

BESCHREIBUNG

DER

UNTER ALLERHÖCHSTEM KAISERLICHEN SCHUTZE

VON DER UNIVERSITÄT ZU DORPAT VERANSTALTETEN

# BREITENGRADMESSUNG IN DEN OSTSEEPROVINZEN RUSSLANDS

AUSGEFÜHRT UND BEARBEITET

IN DEN JAHREN 1821 BIS 1831

MIT BEIHÜLFE

DES CAPITAIN-LIEUTENANTS B. W. V. WRANGELL UND ANDERER

VON

F. G. W. STRUVE,

DIRECTOR DER DORPATER STERNWARTE.

---

ERSTER THEIL.

EINLEITUNG UND BERECHNUNG.



.....

DORPAT, 1831.

GEDRUCKT BEI J. C. SCHÜNMANN,

UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKER.



Herausgegeben auf Verfügung der Kaiserlichen Universität zu Dorpat.

Dorpat, den 23. November 1831.

Rector, F. Parrot.

2+13

TSÜ Paumatukogu

1845

i 341 95324

**S<sup>R</sup> KAISERLICHEN MAJESTAT**  
**NICOLAUS DEM ERSTEN**

**KAISER UND SELBSTHERRSCHER ALLER REUSSEN**

**U. S. W.      U. S. W.      U. S. W.**

**SEINEM ALLERGNÄDIGSTEN HERRN**

**IN EHRFURCHT UND DANK UNTERTHÄNIGST GEWIDMET**

**VON**

**F. G. W. STRUVE.**

## ALLERGNÄDIGSTER KAISER!

**Z**u den Füßen EWR. KAISERLICHEN MAJESTÄT wage ich es dies Werk zu legen, welches die in den Ostseeprovinzen des Reichs zur Bestimmung der Krümmung des Erdkörpers ausgeführten Messungen enthält. EWR. MAJESTÄT haben befohlen diese Arbeit nach Norden fortzuführen, bis die Natur derselben eine Gränze setzt. Nach Süden steht sie in Verbindung mit Messungen des Generalstabes EWR. MAJESTÄT. So ist zu hoffen, daß nach wenig Jahren in Rußlands westlichen Provinzen diejenige Messung eines Europäischen Meridians vollendet sein wird, welcher die Natur die möglich größte Ausdehnung in diesem Welttheile angewiesen hat, der einst, wenn europäische Cultur vom südöstlichen Europa wiedergewonnen sein wird, eine Erweiterung bis zu den südlichsten Inseln der alten Hellas bevorsteht, eine ununterbrochene Ausdehnung von vielleicht 35 Graden des Meridians.

Wer sollte sich nicht glücklich schätzen an einem wissenschaftlichen Unternehmen solcher Art mitgearbeitet zu haben. Aber erhebender ist

der Gedanke, der Unterthan EWR. KAISERLICHEN MAJESTÄT zu sein und so einem Staate anzugehören, in welchem alle Wissenschaften mit väterlicher Fürsorge und KAISERLICHER Freigebigkeit gefördert werden.

Seit dem Alterthume erfreut sich die Sternkunde des Schutzes grosser Fürsten. Huldreich haben EWR. MAJESTÄT zu wiederholten Malen die Dorpater Sternwarte IHRER Aufmerksamkeit gewürdigt, und ihr jüngst die Mittel gewährt sich zu jeder Zeit die Apparate zu verschaffen, welche die weitere Ausbildung der Kunst und Wissenschaft darbieten und fordern kann. Möge es EWR. MAJESTÄT geruhen den schwachen in der Überreichung dieses Werkes ausgesprochenen Dank mit Gnade entgegen zu nehmen.

## VORWORT.

**I**n Bezug auf die Form der Bekanntmachung dieses Werkes erlaube ich mir ein Par Bemerkungen.

Der erste Band enthält in der ersten Abtheilung eine Einleitung, welche theils die geschichtliche Übersicht der Arbeit, theils die Beschreibung aller Apparate, und die Methoden ihrer Anwendung umfaßt. In der zweiten Abtheilung ist die Berechnung der Beobachtungen dargestellt. In ihr bin ich so ausführlich gewesen, daß ich von minder geübten Rechnern hoffe verfolgt werden zu können. Bei der vielfachen Anwendung geodätischer Operationen und astronomischer Bestimmungen für die Geographie Rußlands, beabsichtigte ich jüngeren Astronomen eine Anleitung zur Beobachtung und Berechnung in die Hände zu geben, so weit diese sich an die Arbeiten der Gradmessung anknüpfen liefs.

Der zweite Band enthält das vollständige Tagebuch der Messung, ohne andere Berechnung der Beobachtungen, als zur bequemen Darstellung erforderlich war. Nur bei der Grundlinie glaubte ich, um Wiederholungen zu vermeiden, die Berechnung gleich mit dem Tagebuche vereinigen zu müssen.

## VERBESSERUNGEN IM ERSTEN THEILE.

Seite 39. Vor Zeile 3 von unten ist einzuschalten:

Die Verbesserung einer von der Wasserwage angegebenen Neigung der Achse

J wird  $\Delta J = \frac{1}{2} \text{ u. } \frac{F \cdot \sin f}{L \cdot \sin l + F \cdot \sin f}$ . Ist  $F = L$ , so wird sie  $\Delta J = \frac{1}{2} \text{ u. } \frac{\sin f}{\sin l + \sin f}$

und, wenn  $f = l$  ist, endlich  $\Delta J = \frac{1}{4} \text{ u.}$

Seite 149. Das endliche Azimut von Kersel Signal ist nach Seite 331 gleich  $337^\circ 36' 39'',84$ . Es bedürfen also alle Azimute der Tafel Seite 150 einer Correction von  $+ 2'',44$ .

Seite 159. Den Coordinaten der Hülfsangulirung ist hinzuzufügen:

Punct.	Abscisse.	Ordinate.
M = Stand des Universalinstruments	— 3,014	+ 3,119.

Seite 160. Auch das Azimut  $4^\circ 2' 1'',2509$  bedarf aus derselben Ursache wie Seite 149 der Correction  $+ 2'',44$ .

Seite 167. Zeile 3 von unten ist für Refractionen zu lesen Refraction.

Seite 231. Zeile 10 von unten ist für  $0'',270$  zu lesen  $0'',279$ .

## VERBESSERUNG IM ZWEITEN THEILE.

Seite 275. Das Zelt I. ist 11,027 Toisen nördlicher als die Mitte des Thurms, der Meridiankreis aber 2,542 Toisen südlicher. Diese Angabe fehlt im Tagebuch ist aber schon Theil I. Seite 210 nachgeholt.

Sternwarte in Dorpat, im Dec. 1831.

---

# INHALT DES ERSTEN THEILS.

## ABTHEILUNG I. EINLEITUNG.

	Seite.
Geschichtliche Übersicht . . . . .	1 bis 12
Die Instrumente . . . . .	13 — 65
Übersicht der gebrauchten Instrumente. S. 13 — 15.	
Der Mitauer Verticalkreis von Reichenbach und Ertel. S. 15 — 30.	
Beschreibung 15. Berichtigung 23.	
Der Dorpater Verticalkreis von R. und E. S. 30 — 31.	
Das Universalinstrument von R. und E.. S. 32 — 41.	
Beschreibung 32. Berichtigung 38.	
Der astronomische Theodolit von R. und E. S. 41 — 47.	
Beschreibung 41. Berichtigung für senkrechte Winkel 45. Berichtigung für horizontale Winkel 47.	
Das kleine Passageninstrument zum Centriren. S. 48 — 49.	
Die Heliotrope. S. 49 — 51.	
Der Apparat zur Basismessung. Beschreibung. S. 51 — 60.	
Das Mittagsrohr von Dollond. S. 60 — 64.	
Die meteorologischen Instrumente. S. 64 — 65.	
Vergleichung des Barometers der Gradmessung mit dem der Sternwarte 64. Vergleichung des Thermometers 65.	
Die Hilfsapparate . . . . .	66 — 69
Die Signale . . . . .	70 — 72
Allgemeine Betrachtungen über Winkelmessung . . . . .	73 — 84
Eintheilung der Winkelmessungen 73. Genauigkeit der Theilungen und Ablesungen 74. Messung mit und ohne Repetition 76. Messung auf verschiedenen Bogen 79. Bedingungen der richtigen Messung 80.	
Beobachtungsmethoden . . . . .	85 — 112
Allgemeine Bemerkungen über Messung irdischer Winkel. S. 85 — 88.	
Excentrische Messung 85. Geeignete Tageszeit der Messung 87.	
Beobachtung irdischer Winkel am Universalinstrument. S. 89 — 100.	
Bestimmung des Azimuts durch den Polarstern. S. 100 — 104.	
Zeitbestimmung durch Unterschiede im Azimut. S. 104 — 107.	
Beobachtungen am astronomischen Theodoliten. S. 107 — 108.	
Zenithdistanzen der Sterne an den Verticalkreisen. S. 108 — 110.	
Beobachtungen am Mittagsrohr im ersten Vertical. S. 110 — 112.	

## ABTHEILUNG II. BERECHNUNG DER BEOBACHTUNGEN.

Darstellung der Dreiecksmessungen . . . . .	115 — 162
Winkel auf den Hauptdreieckspuncten. S. 115 — 138.	
Berechnung der Hauptdreiecke. S. 138 — 149.	
Polarcoordinaten von Dorpat aus. S. 149 — 152.	
Hülsdreiecke auf Hochland. S. 152 — 159.	
Verbindung der Hülsdreiecke mit den Hauptdreiecken. S. 160.	
Hülsdreiecke bis zum Finnischen Meerbusen. S. 160 — 162.	

	Seite.
Höhen der Dreieckspunkte über der Meeresfläche . . . . .	163 — 206
Einleitung. S. 163 — 173.	
Berechnete Höhenunterschiede nach 2 Annahmen der Refraction. S. 173 — 185.	
Bestimmung der irdischen Strahlenbrechung. S. 185 — 188.	
Höhen über dem Meere aus dem Complex der Beobachtungen. S. 188 — 200.	
Höhen über dem Meere von mittleren Stationen bestimmt. S. 201 — 202.	
Höhe der Sternwarte. Refractionen. S. 203 — 205.	
Barometrische Höhenmessung. S. 205.	
Berechnung der astronomischen Beobachtungen . . . . .	207 — 334
Einleitung. Strahlenbrechungstafel. Biegungscoefficient. Reduction der verschiedenen Standpuncte. S. 207 — 211.	
I. Bestimmung der absoluten Zeit. S. 211 — 220.	
Zeitbestimmung in Dorpat 211. Zeitbestimmung in Jacobstadt 212.	
Zeitbestimmung in Hochland 217.	
II. Polhöhen aus den Sternen $\eta$ , $\gamma$ , $\zeta$ im grossen Bären im ersten Ver- ticale beobachtet. S. 220 — 240.	
Berechnungsart 220 — 223. Bärensterne in Jacobstadt 223. Declinati- onsunterschied von $\zeta$ und G Urs. maj. 226. Bärensterne in Hochland 228. Bärensterne in Dorpat 231. Resultate aus den Bärensternen 236.	
III. Polhöhen aus den dem Zenith jedes Ortes nahen Sternen im ersten Verticale beobachtet. S. 240 — 264.	
Declinationen der 10 Sterne in Dorpat und Abo bestimmt 241. Be- rechnungsart 251. Zenithsterne in Jacobstadt 252. Zenithsterne in Hochland 255. Zenithsterne in Dorpat 258. Resultate aus den Zenith- sternen 262.	
IV. Fortsetzung der absoluten Zeitbestimmung. S. 265 — 266.	
V. Polhöhen an den beiden Verticalkreisen. S. 267 — 305.	
Reduction auf den Meridian 267. Plan der Beobachtungen 272. Rech- nungselemente 274. Polhöhe von Dorpat 276. Polhöhe von Jacobstadt 283. Polhöhe von Hochland 289. Resultate der beiden Verticalkreise für Polhöhen und Amplituden 295.	
VI. Bestimmung der Amplituden mit Zuziehung der von Paucker am Mitauer Verticalkreise beobachteten Polhöhen von Jacobstadt und Hoch- land. S. 305 — 308.	
VII. Endwerthe der Amplituden und Polhöhen. S. 309 — 312.	
Amplituden 309. Polhöhe der Dorpater Sternwarte 311. Polhöhen der drei Puncte 312.	
VIII. Bestimmungen der Azimute. S. 312 — 334.	
Berechnungsart 312. Azimute in Jacobstadt 314. Azimute in Hochland 317. Azimute in Dorpat 324. Resultate der Azimute 328. Verglei- chung der an den 3 Puncten beobachteten Azimute 332.	
Bestimmung des Abstands der Parallelen von Jacobstadt, Dorpat und Hochland . . . . .	335 — 337
Endwerthe der ganzen Messung nebst Angabe ihrer wahrscheinlichen Fehler . . . . .	338 — 342
Anhang. Beobachtungen über die irdische Strahlenbrechung in Bezug auf ihren täglichen und jährlichen Wechsel . . . . .	343 — 360



# ERSTE ABTHEILUNG.

---

## EINLEITUNG.

## GESCHICHTLICHE ÜBERSICHT.

Die Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Rußlands ist ein Unternehmen, welches von der Universität Dorpat veranlaßt, und von derselben unter KAISERLICHEM huldvollen Schutze aus ihren Mitteln zu wissenschaftlichen Reisen ausgeführt ward.

Die ersten trigonometrischen Messungen in Livland führte ich in den Jahren 1816 bis 1818 aus. Die Livländische ökonomische und gemeinnützige Societät hatte die Genehmigung der Regierung erhalten, das vorhandene Material der ökonomischen Vermessungen des größten Theiles der Landgüter zur Herausgabe eines neuen Atlases von Livland benutzen zu dürfen. Um diesem eine feste Grundlage zu geben, war eine trigonometrisch - astronomische Aufnahme des Gouvernements erforderlich. Sie machte mir im Jahre 1815 den Antrag, diese auf ihre Kosten zu übernehmen. Mit Zustimmung der Obern der Universität führte ich sie in den Sommermonaten der Jahre 1816 bis 1818 aus, mit Benutzung der Hilfsmittel, welche die Sternwarte und das mathematische Cabinet der Universität darboten. Da der Endzweck dieses Unternehmens ein topographischer war, so war es hinreichend, die Winkel der Dreiecke mit einem zehnzölligen Spiegelsextanten zu messen, mit dem nach sorgfältiger Bestimmung der Theilungsfehler eine Genauigkeit erreicht wurde, die etwas größer ist, als bei den Dreiecksmessungen der Gradmessung in Peru und der älteren in Lappland. Das Ergebniss dieser Messung war die Bestimmung mehrerer Hundert Punkte, welche über ganz Livland zerstreut liegen, und so die Grundlage der Zusammensetzung des topographischen Details geben. Da ich während der ganzen Messung auch einen eigenthümlichen Apparat zur Bestimmung der Verticalwinkel, einen Horizontsector, anwandte, so war ein zweites Resultat dieser Arbeit die Bestimmung der Höhe über die Meeresfläche für eine große Anzahl im Lande vertheilter Punkte.

Bei der Ausführung dieser Arbeit entstand von selbst der Gedanke, daß die Dreieckspunkte im Meridian von Dorpat einst zu einer Breitengradmessung benutzt werden könnten, für welche eine weitere Ausdehnung nach Norden bis zum Finnischen Meerebusen sich als möglich darbot. Schon im Mai des Jahres 1819 überreichte ich dem

damaligen Curator der Universität, jetzigen Minister der Volksaufklärung, Fürsten Carl Lieven, einen Plan zu einer Gradmessung in den Ostseeprovinzen. Dieser Plan ward von diesem alle wissenschaftliche Unternehmungen so gerne fördernden Vorgesetzten dem hochseeligen Kaiser ALEXANDER dem Ersten unterlegt, und hatte das Glück, die Allerhöchste Bestätigung zu erhalten, nach welcher Se. Majestät zum Ankauf einiger Apparate für die Gradmessung allergnädigst der Sternwarte ein Geschenk mit 1000 Ducaten machte, und genehmigte, daß die jährlichen Kosten dieses Unternehmen von der Universität aus der statutenmäßigen Summe zu wissenschaftlichen Reisen bestritten werde.

Die Vorbereitungen zu der Messung begannen im Jahre 1820 damit, daß ich auf Kosten der Universität eine wissenschaftliche Reise nach Deutschland machte. Der Zweck dieser Reise war ein gedoppelter. Erstlich beabsichtigte ich die Bestellung von Instrumenten in der mechanischen Anstalt der Herren von Reichenbach und Ertel in München, nach Rücksprache mit diesen großen Künstlern. Zweitens hoffte ich durch eine Zusammenkunft mit den Herren Gauß und Schumacher für meine Arbeit wesentliche Belehrung aus ihren bisherigen Erfahrungen zu erhalten, und namentlich die Operationen bei der für die Dänische Gradmessung in dem Jahre auszuführenden Basismessung aus eigner Anschauung kennen zu lernen, eine Arbeit, die mit einem neuen eigenthümlichen Apparate, von dem Mechaniker Herrn Repsold in Hamburg angefertigt, unternommen werden sollte. Beide Zwecke wurden glücklich erreicht. Belehrend war für mich der Aufenthalt in Altona und Göttingen, und mit aufrichtigem Danke erinnere ich mich der Bereitwilligkeit, mit welcher Herr Professor und Ritter von Schumacher mir die Theilnahme an der Arbeit der Basismessung gestattete. In München war ich so glücklich, das eine Hauptinstrument, Reichenbachs Universalinstrument, welches fertig vorhanden war, zu erstehen, und die übrigen zu bestellen. Zugleich gewährte mir dieser Aufenthalt in München den unschätzbaren Vortheil, mit der großen mechanischen Anstalt daselbst vertraut zu werden, die Vollendung des für die Dorpater Sternwarte in Arbeit befindlichen Meridiankreises zu beschleunigen; endlich die unvergleichliche optische Anstalt der Herren von Utzschneider und Fraunhofer kennen zu lernen. Fraunhofer hatte damals gerade den Anfang zur Bearbeitung seines großen Refractors gemacht, und als eins der Hauptresultate dieser Reise muß ich es ansehen, daß ich nach meiner Rückkehr die Obern der Universität durch einen Bericht über Fraunhofers Arbeiten veranlaßte, daß jenes Meisterstück dieses leider so früh verewigten Künstlers für die Dorpater Sternwarte bestellt wurde.

Im nächsten Frühjahr 1821 traf zwar in der Mitte des Junius das Reichenbachsche Uni-

versalinstrument in Dorpat ein, indess konnte in diesem Jahre die eigentliche Messung noch nicht beginnen. Erst mußten die Signale an den nach der früheren Messung ausgewählten Standpunkten errichtet sein. Einige südlich von Dorpat belegene Dreieckspunkte mußten mit anderen verwechselt werden, und die Dreiecke nördlich von Livland durch Ehstland bis zur Insel Hochland, welche zum nördlichen Endpunkte der Arbeit bestimmt war, aufgesucht werden. Arbeiten auf der Sternwarte hinderten mich, Dorpat vor dem August zu verlassen, und so verwandte ich die übrig bleibende günstige Jahreszeit theils zu der Aufsuchung der nöthigen Dreieckspunkte, theils zu einer Untersuchung, in wie ferne es möglich sei, noch weiter nach Norden durch Finnland die Arbeit auszudehnen. Die Dreieckspunkte von Kreutzburg bis Oberpahlen und Kersel in unserm Netze sind mit Ausnahme von Holstfershof und Annikatz nach der früheren Landesmessung gewählt. Holstfershof Signal und Annikatz Signal traten hier an die Stelle der früheren Dreieckspunkte Paistel Kirchthurm und Tarwast Kirchthurm, theils um besser geformte Dreiecke zu erhalten, theils um Thürme zu vermeiden, die einerseits nicht immer sichere Zielpunkte abgeben, und nie eine so gute Aufstellung für den Winkelmesser darbieten, als auf ebener Erde möglich ist. Die Dreieckspunkte nördlich von Oberpahlen und Kersel wurden in diesem Herbste ausgewählt. Wenn hier auch die nächsten Dreiecke mit Sall und Marien von ziemlich bedeutenden Seiten sind, so zwang die Beschaffenheit des Boden sich nördlich von der Linie von Sall nach Marien mit weit kleineren Dreiecken zu begnügen. Ehstland bildet nämlich hier eine hochgelegene, sehr ebene Fläche, welche nach Osten und Westen mit hohen Waldstrecken besetzt ist, und nur in der Mitte zwischen Tamмик, Ebbäfer, Raeküll und Lewala einen beschränkten Raum zur Fortführung der Dreiecke gestattet, auf welchem die Punkte Raeküll und Lewala so wenig über der allgemeinen Oberfläche hervorragen, daß die Auffindung derselben nicht unbedeutende Schwierigkeit darbot. Obgleich nun damals schon die Ausdehnung der Gradmessung zunächst auf den Bogen zwischen Kreutzburg oder Jacobstadt an der Düna unter  $56^{\circ} 30'$  und der Insel Hochland am Finnischen Meerbusen unter  $60^{\circ} 5'$  bestimmt ward: so glaubte ich doch, einen Versuch machen zu müssen, ob nicht das Dreiecksnetz mit Leichtigkeit über den Finnischen Meerbusen fortgesetzt, und so der nördliche Endpunkt noch etwas weiter hinausgerückt werden könne. Auf Veranstaltung unseres berühmten Seefahrers, Sr. Excellenz des Herrn Viceadmirals und Ritters von Krusenstern, war im Hafen zu Reval eine Yacht unter dem Befehl des damaligen Capitain-Lieutenants von Belawari in Bereitschaft, mich und meinen Begleiter, Herrn Preufs (damals Gehülfe, jetzt zweiter Astronom der Sternwarte in Dorpat), im Finnischen Meerbusen herumzuführen. Mit uns vereinigte sich in Sweaborg Herr Dr. Walbeck, Astronom aus Abo.

Die Untersuchungen zeigten, daß eine Verbindung der beiden Ufer des Finnischen Meerbusen nicht ohne Schwierigkeiten sei. In der Nähe von Reval gaben die Leuchthürme von Nargen, Kockskär diesseits und Porkala-Udd jenseits zwar sehr ins Meer hervorragende Punkte, aber dennoch zeigte die Untersuchung, daß von keinem der höchsten Punkte in Sweaborg und bei Helsingfors das Leuchtf Feuer von Kockskär sichtbar war. Hier war also die vollständige Verbindung unmöglich. Außerdem lag aber diese schmalste Stelle des Finnischen Meerbusen sehr weit westlich vom Dorpater Meridian. Dagegen ergab sich gleich, daß die Insel Hochland vom Festlande Finnlands erreichbar war, und daß folglich leicht zwei Dreiecksreihen südlich und nördlich vom Finnischen Meerbusen in Hochland mit der Spitze zusammenstoßen könnten. Aber eine vollständige Verbindung beider Ufer zeigte auch hier bedeutende Schwierigkeiten, und liefs sich nur ausführbar denken durch die Benützung der von Hochland weiter nach Osten gelegenen Inseln und des vorspringenden Landes der Küste bei Narwa. Unbenutzt wollte ich nun die Gelegenheit meines Aufenthalts auf der Nordseite des Finnischen Meerbusen nicht lassen, um zu untersuchen, in wie ferne die Beschaffenheit Finnlands die Möglichkeit einer Dreiecksreihe in der Verlängerung unseres Meridians gestatte. Wenn auch eine kurze Untersuchungsreise nur ein allgemeines Urtheil gewährte, so schien mir dies in Bezug auf eine künftige Fortsetzung dieser Arbeit von großer Wichtigkeit. Der Erfolg war ein erwünschter, ich verließ Finnland mit der Ueberzeugung, daß die Messungen noch bedeutend weiter nach Norden geführt werden können.

Im Frühjahr 1822 liefs ich die Errichtung der Signale auf den Dreieckspunkten so zeitig beginnen, daß, als die Jahreszeit sich zur Beobachtung eignete, eine hinreichende Anzahl von Signalen stand, um ohne Aufenthalt in den Messungen fortgehen zu können. Alle übrigen Vorkehrungen zur Winkelmessung waren getroffen, ein eigener Reisewagen bereit, zum Transport des Winkelmessers und der Beobachter, so wie der Zelte und anderer Hülfapparate eingerichtet, und so begann ich die Winkelmessung am Standpunkte Arrohof am 22. Mai. Ich konnte indeß in diesem Sommer nur sechs Wochen zwischen dem 22. Mai und dem 11. Juli den trigonometrischen Arbeiten widmen. Die Ankunft des Meridiankreises von Reichenbach rief mich zur Sternwarte zurück. Die Aufstellung dieses wichtigen Instruments durfte nicht verzögert werden. In dem genannten Zeitraume maafs ich die Winkel auf den Standpunkten Arrohof, Holstfershof, Annikatz, Helmet, Hummelshof, Lenard und Mariomaggi. Bei allen diesen Beobachtungen ward von mir noch die Methode der Messung durch Repetition angewandt. Zwar hatte ich bei der nicht zu bezweifelnden Güte der Theilung des Universalinstruments schon 1821 versucht, eine einfache Messung auf verschiedenen Stellen der Peripherie an die

Stelle der gewöhnlichen Wiederholungsmessung treten zu lassen, aber trotz aller Sorgfalt im einstellen so viel unsicheres in den einzelnen Resultaten gefunden, daß ich mich gezwungen sah, diese Beobachtungsmethode aufzugeben und gegen meine Ueberzeugung zur Repetition zurückzukehren. Erst im Jahre 1823 gelang es mir, die Ursache der Unsicherheit der einzelnen Beobachtungen in der verschiedenen Biegung der Speichen bei entgegengesetzter Richtung der Einstellungen zu entdecken, und von nun an unschädlich zu machen, und so nach Wunsch zur einfachen Beobachtungsmethode zurückzukehren. Diese hatte so wesentliche Vorzüge, daß ich mich späterhin entschloß, alle Messungen horizontaler Winkel vom Jahre 1822 zu verwerfen, und dieselben Standpunkte zum zweiten Male zu besuchen, um so alle Winkel nach derselben Methode bearbeitet zu haben. Daher fängt denn auch das Tagebuch der Beobachtungen der Gradmessung erst mit dem Jahre 1823 an. Indefs habe ich die im Jahre 1822 beobachteten Zenithdistanzen in einem Nachtrage dem Tagebuche angehängt. Wenn ich später auch die Zenithdistanzen der terrestrischen Objecte ganz nach ähnlichen Grundsätzen wie die Horizontalwinkel beobachtete, so konnte die Repetition bei diesen doch keine mit der Unsicherheit der Refraction zu vergleichenden Fehler erzeugen, und die beobachteten Zenithdistanzen vom Jahre 1822 sind als völlig brauchbar anzusehen.

Im Jahre 1823 begannen die Arbeiten erst am 7. Juni auf dem Standpunkte Kersel. Auch in diesem Jahre gab es noch Störungen für die Gradmessung, vorzüglich in der Ausrüstung des bisherigen Gehülfen der Sternwarte, Herrn Preufs, der bestimmt war, die Expedition des Capitain von Kotzebue als Astronom zu begleiten. Dies verzögerte den Beginn der Arbeit, und rief mich mehrere Male von derselben auf einige Zeit nach Dorpat. Fortgesetzt wurden die Arbeiten bis zum Ende Augusts, so daß nur acht Wochen eigentlich der Gradmessung gewidmet waren. In dieser Zeit vollendete ich die terrestrischen Operationen in Kersel, Oberpahlen, Sall, Marien-Magdalenen, Ebbafer, Warresmäggi, Lewala, Tammikund Raeküll, also an 9 Standpunkten, von welchen Kersel allein 14 Tage kostete; während die andern 8 Standpunkte innerhalb 6 Wochen vollendet wurden. In Kersel nämlich war anfangs der Küttis-Rauch hinderlich; dann verlor ich zugleich noch viele Zeit bei dem Gebrauche der Repetitionsmethode, so daß mir die ersten 11 Tage auf diesem Standpunkte so weit verloren gingen, daß ich in denselben nur einige Zenithdistanzen als brauchbare Resultate erhielt. Zwar hatte ich mehrere Repetitionsreihen für einzelne Winkel erhalten, aber die Natur dieser Operation ward mir hier von neuem so verdächtig und langwierig, daß ich fest entschlossen war, sie zu verlassen, und es mir auch endlich gelang, die richtige dem Bau des Instruments

entsprechende Behandlung desselben aufzufinden, um die Winkel ohne Repetition völlig frei von allen constanten Fehlern zu erhalten.

Im Winter 1823 auf 1824 liefs ich am Universalinstrument eine wesentliche Veränderung vornehmen, nach welcher die Hemmung der beiden Horizontalkreise an der Peripherie wegfiel, und der Limbuskreis seine unabhängige Hemmung vom Centro aus erhielt. Hierdurch vortheilte ich, dafs jetzt die Biegung der Speichen nicht mehr durch die Operation zu eliminiren war, sondern gar nicht mehr stattfand, und konnte daher an Schnelligkeit der Arbeit bedeutend gewinnen. Daher ging denn im Jahre 1824 die terrestrische Messung rascher. Vom 9. bis 16. Mai vollendete ich die beiden Stationen Arrold und Arroldhof; aber an ersterem Orte war die Witterung so rauh, dafs täglich Schneegestöber eintraten und die Beobachtung sehr beschwerlich machten. Dann mußte aber die Arbeit 6 Wochen unterbrochen werden, weil ich Dorpat nicht ehe verlassen wollte, als nach dem am Meridiankreis beobachteten Sommersolstitio, indem mir das Solstitium 1823 schon verloren gegangen war. Ich konnte daher erst mit dem Anfange Julius die Messungen ausserhalb Dorpat fortsetzen, nachdem ich in Dorpat nebenbei die erste Reihe Azimutalbeobachtungen, theils durch den Polarstern, theils durch das Meridianzeichen, vollendet hatte. Bis zum 21. August, also nur während 7 Wochen, arbeitete ich jetzt unausgesetzt an der Dreiecksmessung, und vollendete die 12 Stationen Palzmar, Ramkau, Nassaulekalns, Daborskalns, Kreutzburg, Gaisakalns, Sestukalns, Elkakalns, Kortenhof, Oppekaln, Mariomäggi und Lenard. Mariomäggi und Lenard wurden also schon zum zweiten Male besucht. Hiermit wäre also die ganze Dreiecksmessung bis auf die nördlichsten Punkte, Halljall, Hohenkreutz und Hochland, und Dorpat selbst vollendet gewesen, wenn ich mich jetzt nicht fest entschlossen hätte, die Arbeit von 1822 umzumachen.

Am Ende des Jahres 1824 war Fraunhofers grofser Refractor angelangt und sogleich vorläufig im westlichen Saale der Sternwarte vor einem südlichen hohen Fenster aufgestellt. Im Jahre 1825 ward das bewegliche Haus, unter welchem derselbe auf dem Thurme der Sternwarte aufgestellt werden sollte, ausgeführt. Dieser Bau forderte meine beständige Anwesenheit auf der Sternwarte, und so konnten in diesem Jahre die Arbeiten der Gradmessung ausserhalb Dorpat gar nicht weiter gefördert werden. In Dorpat liefs sich zwar einiges thun. Der Winkel zwischen Arroldhof und Kersel ward gemessen, eine Reihe von Zenithdistanzen von Polaris und Gemma ward vollendet, eine erste Untersuchung über die Biegung des Fernrohrs bei einem der angewandten Verticalkreise ward gemacht. Das war zwar wenig für die Gradmessung, aber dafür war auf



der Sternwarte weiter beobachtet worden, und im November war ich so glücklich, dem Refractor seinen bleibenden Standort unter dem beweglichen Zwölfeck anzuweisen.

Desto mehr ward im Jahre 1826 für die Gradmessung geleistet. In diesem Sommer, den ich vom Anfange des Maimonats bis zur Mitte des Septembers ausschließlich der Gradmessung widmete, wurden die vollständigen astronomischen Beobachtungen am südlichen Endpuncte Jacobstadt und am nördlichen Hochland vollendet, ausserdem an beiden Endpuncten einige erforderlichen geodätischen Operationen ausgeführt. Das Tagebuch enthält ausführlich das Geschichtliche der Arbeiten dieses Jahres neben dem Wissenschaftlichen.

Noch ämsiger ward im Jahre 1827 gearbeitet. Zuerst suchte ich am Ende des Aprils eine Ebene zur Messung der Grundlinie in Ebstland auf, und fand einen günstigen Boden auf den Hofsfeldern der Güter A wandus und Woibifer im Kirchspiele St. Simonis. Darauf verfügte ich mich nach den znnächst am Meerbusen gelegenen beiden Stationen, um hier die Winkelmessung des nördlichsten Dreiecks zum Schlufs zu bringen. Leider war ein vierzehntägiger Aufenthalt auf dem Thurme von Halljallumsonst. Die Herbststürme des vorigen Jahres hatten das Signal auf Hochland zerstört, ohne dafs wir dies der ungünstigen Luft wegen aus so grofser Ferne zeitig genug erkannt hatten. In der Voraussetzung, dafs im Anfange des gewöhnlich kühlen Maimonats die Luft sehr durchsichtig sei, hatte ich nemlich kein Heliotrop nach Hochland gesandt. Ich beschlofs nunmehr diese, wegen der Entfernung von 38000 und 42000 Toisen, so schwierigen Messungen bis auf die durchsichtigen Tage des Herbstes zu verschieben. Darauf suchte ich zuerst die Winkelmessung an den noch übrigen im Jahre 1822 schon besuchten Stationen nach der vollkommneren Methode nachzuholen; und kehrte, als dies gelungen, in der Mitte des Junius nach Dorpat zurück. Hier, als auf dem mittleren Hauptpuncte der Gradmessung, waren alle astronomischen Beobachtungen, die im vorigen Jahre an den Endpuncten Jacobstadt und Hochland angestellt worden, mit denselben Instrumenten auf gleiche Weise vollständig auszuführen. Bis zur Mitte des Augusts war diese Arbeit vollendet. Bis dahin war aber auch der Apparat für die Messung der Basis vom Universitäts-Mechaniker Brücker ausgeführt. Mit diesem Apparate verfügten wir uns nach St. Simonis und begannen die Messung der 2315 Toisen ( $4\frac{1}{2}$  Werst) langen Basis gegen das Ende des Augusts. Gegen die Mitte des Septembers war sie vollendet. Jetzt war noch die im Frühjahr mißglückte Verbindung mit Hochland auszuführen. Ich sandte daher zwei Gehülfen dorthin, um theils ein neues Zeichen aufzurichten, theils mit dem Heliotrope zu signalisiren. Diese trafen, durch widrige Winde aufgehalten, erst am 25. September in Hochland ein. Mit grofser Mühe und nach einem Zeitaufwande von noch über 3 Wochen



gelang die Winkelmessung, so schwierig, weil so selten die Luft über dem Meere die für so große Entfernung erforderliche Ruhe und Durchsichtigkeit darbietet, und weil in so später Jahreszeit die Ersteigung der Felsen auf Hochland nicht selten gefährlich ward, auch der Sturm auf der Höhe die Richtung der Heliotrope mitunter unmöglich machte. Die Gehülften kehrten wenig Tage vor dem ersten heftigen Froste am 18. October von Hochland zurück. Nun blieb nur noch zur gänzlichen Vollendung der Gradmessung die Verbindung der Grundlinie mit der zunächst gelegenen Hauptdreiecksseite Ebbafers nach Tammik übrig. Diese war durch drei Dreiecke zu bewerkstelligen. Aber der plötzlich eingetretene Winter, mit arschinohem Schnee und einer Kälte, die bis auf  $-13^{\circ}$  Réaum. ging, setzten der Winkelmessung große Schwierigkeiten entgegen, da es unter so ungünstigen Umständen zu leicht geschieht, daß man die für eine solche Arbeit erforderliche Genauigkeit nicht in den Messungen erhält. Indefs thaten wir unter diesen Umständen unser möglichstes, und so gelang es am 12. November, die letzten Beobachtungen anzustellen, und am 14. November nach beendigter Messung mit den Instrumenten auf Schlitten nach Dorpat zurückzukehren.

Ich konnte nunmehr die Gradmessung in so weit vollendet ansehen als Arbeiten außerhalb Dorpat dazu erforderlich waren, und war daher im Stande, einen vorläufigen Bericht von diesem wissenschaftlichen Unternehmen dem Conseil der Universität zu überreichen, welches denselben als Denkschrift der philos. Facultät zur Feier des am 24. Dec. 1827 zu begehenden fünfundzwanzigjährigen Jubelfestes der Universität bekannt machte. Es blieb nur noch die Bestimmung der wahren Länge der bei der Messung der Grundlinie angewandten Meßstangen übrig, so wie des Einflusses der Temperatur auf dieselben. Die hierzu erforderlichen Arbeiten wurden im Herbst 1828 gemacht und im darauf folgenden Winter bei niedriger Temperatur wiederholt. Nachdem hierauf die definitive Länge der Grundlinie ausgemittelt war, gab ich in den astronomischen Nachrichten von Schumacher, Band 7, Seite 385, eine kurze Übersicht der Resultate der Gradmessung, auf den bis dahin geführten Rechnungen beruhend.

Endlich ergänzte ich die in Kersel und Dorpat beobachteten Verticalwinkel der terrestrischen Objecte noch durch eine neue Beobachtungsreihe, die im August 1829 angestellt ward, und theils eine Vervollständigung der früheren Beobachtungen, theils eine Prüfung der Genauigkeit beabsichtigte, die aus trigonometrischen Operationen für Höhenbestimmung zu erreichen ist.

Es ergibt sich aus dieser kurzen historischen Entwicklung, daß die Arbeiten der Gradmessung in weit kürzerer Zeit hätten vollendet werden können, wenn die Bearbeitung derselben der einzige Gegenstand meiner wissenschaftlichen Thätigkeit gewesen

wäre. Aber so konnte ich eigentlich in den meisten Jahren nur diejenige Zeit, welche ich andern astronomischen Arbeiten ohne wesentlichen Nachtheil entziehen durfte, der Ausführung der Gradmessung widmen, und blofs in den Jahren 1826 und 1827 mehrere Monate nach einander einzig auf die Gradmessung verwenden. Ich glaube es hier anführen zu dürfen, dafs ich während der Jahre 1821 bis 1827 theils die astronomischen Beobachtungen auf der Sternwarte, die in den Vol. III., IV., V., VI. der Obs. Dorp. enthalten sind, alle selbst anstellte und soweit selbst berechnete, als sie sich dort zu Resultaten verarbeitet finden, theils seit 1824 am grofsen Refractor das Material zu meinem *catalogus novus stellarum duplicium* sammelte, und dieses Werk schon 1827 herausgab, endlich gleichzeitig nicht nur meine Vorlesungen für die Studierenden fortsetzte, sondern auch einen eigenen Cursus der practischen Astronomie und Geodäsie auf allerhöchsten Befehl für Offiziere des Kaiserlichen Generalstabes und der Flotte hielt, der freilich jedesmal in soweit unterbrochen ward, als mich die Gradmessung von Dorpat entfernte, wenn nicht mehrere meiner Zuhörer durch Theilnahme und Gegenwart bei den Operationen der Gradmessung für ihre practische Ausbildung gewannen.

Wenn nun zwar alle Beobachtungen, welche in dem Tagebuche der Gradmessung enthalten sind, von mir selbst angestellt wurden, mit Ausnahme einiger wenigen Nebenoperationen am achtzölligen Theodoliten, die als von einem andern Beobachter herrührend bezeichnet sind, so ist es doch klar, dafs eine Arbeit wie die Gradmessung die Theilnahme mehrerer Gehülfen erforderte. Die Construction des Universalinstruments macht es zur Bedingung, dafs 2 Beobachter an demselben arbeiten; die Anwendung der Heliotrope erheischt geschickte und ausdaurende Mitarbeiter; die Beobachtungen an dem einen der Verticalkreise erheischen einen gewandten Gehülfen für die Einstellung und Ablesung der Wasserwage; bei den Beobachtungen am grofsen Passageninstrument ist ein treuer Gefährte, der das Tagebuch führt, eine Bequemlichkeit und Aufmunterung und für die Umlegung nothwendig. Die vereinte Thätigkeit mehrerer Beobachter war bei der Basismessung unerläfslich. Aber auch den Theilnehmenden mufste die Gradmessung Gelegenheit darbieten, sich practisch für Geodäsie und Astronomie auszubilden. Diese Rücksicht veranlafste Se. Excellenz, den Herrn Viceadmiral und Ritter von Krusenstern, die allerhöchste Genehmigung nachzusuchen, dafs zwei Offiziere der Kaiserlichen Flotte nach Dorpat beordert würden, um unter meiner Anleitung auf der Sternwarte selbst, und durch Theilnahme an der Gradmessung ihre Kenntnisse zu erweitern. Einer dieser Offiziere ist der jetzige Capitain-Lieutenant Baron B. W. von Wrangell, der im Herbst 1822 nach Dorpat kam, und während 5 Jahre an den Arbeiten der Gradmessung, von ihrem definitiven Anbeginn

bis zur Vollendung, Theil genommen hat. Ich erkannte bald in ihm einen bei der Ausführung eines so weitläufigen, die höchste Genauigkeit erfordernden Unternehmens, unschätzbaren Gehülfen; und so belohnte sich mein Bestreben, daß ihm die Gradmessung zur Ausbildung seiner Kenntnisse Gelegenheit gewähren mögte, der Arbeit selbst dadurch, daß derselben in Herrn von Wrangell ein Mitarbeiter ward, der Talent, Eifer und Beharrlichkeit in solchem Grade verband, daß er bald in alle Theile der Gradmessung wesentlich eingriff. Mit wenig Ausnahmen war Wrangell der Mitbeobachter am Universalinstrument, der die Einstellung des untern Fernrohrs leitete, und die der Wasserwage bei den Verticalmessungen, und daher auch fast beständig die Beobachtungen unmittelbar ins Tagebuch eintrug. In den Jahren 1823 und 1824 trat einige Male Herr L e m m an seine Stelle, und Wrangell übernahm dann die Richtung eines der Heliotrope. Dieser Wechsel hatte zum Zweck, auch einem zweiten die Gelegenheit zur Beobachtung am Universalinstrument zu schaffen. Ebenso war Wrangell es, der bei allen Beobachtungen am Dorpater Vertikalkreis Einstellung und Ablesung der Wasserwage besorgte. Überdies griff er mit dem größten Eifer in alle allgemeinen Einrichtungen und Vorkehrungen ein, machte dann namentlich bei der Basismessung die zweite Reihe der Ablesungen, während ich die erste führte, und hielt so das zweite getrennte Journal derselben, und theilte endlich nach der Basismessung unverdrossen mit mir die Beschwerden der Wintercampagne bis zum Schlusse der Beobachtungen. Doch, es ist unmöglich, einzeln aufzuzählen, wie Wrangell für die Gradmessung thätig ward, ich muß vielmehr dieselbe als ein von mir und Wrangell, unter meiner obern Leitung, gemeinschaftlich ausgeführtes wissenschaftliches Unternehmen ansehen.

Einen wichtigen Antheil am astronomischen Theile der Gradmessung nahm der Herr Collegienrath, Professor Dr. Paucker aus Mitau im Jahre 1826. Die unter seiner Leitung stehende Sternwarte des Gymnasii illustris erhielt im Jahre 1826 einen achtzehnzolligen Verticalkreis von Ertel, nach einer von mir angegebenen verbesserten Construction. Mit Genehmigung der Obern erhielt Herr Professor Paucker einen Urlaub vom ersten Mai bis zum ersten September, und die Erlaubniß, daß das erwähnte Instrument für die Gradmessung benutzt werden könne. Er machte daher die Reisen nach Jacobstadt und Hochland mit, und lieferte theils selbst eine Reihe von Beobachtungen über die Polhöhe, theils gelang es mir mit dem erwähnten Instrumente eine unabhängige Bestimmung dieses astronomischen Elements, sowohl für die beiden Endpuncte im Jahre 1826, als für den mittleren Hauptpunct Dorpat im

Jahre 1827 zu erhalten. So ward die Sicherheit der Resultate durch die Vervielfältigung der Beobachter und der Hilfsmittel wesentlich gefördert.

Während kürzerer Zeit nahmen mehrere Studierende der Universität an der Gradmessung Theil, und erhielten so die Gelegenheit, sich für das Fach der höheren Geodäsie practisch auszubilden. Hier muß ich zuerst Herrn Preufs nennen, der schon als Gehülfe der Sternwarte in den Jahren 1821 und 1822 an den Vorarbeiten der Gradmessung Theil nahm, im Jahre 1823 aber Dorpat verließ, um als Astronom die Reise um die Welt, unter Führung des Herrn Capitain von Kotzebue, zu begleiten. Nach seiner Rückkehr ward Herr Preufs im Jahre 1827 als Observator bei der Sternwarte bleibend angestellt, und so nahm derselbe im Herbste dieses Jahres Theil an der Messung der Grundlinie. Herr Lemm, Nachfolger von Preufs als Gehülfe, entwickelte in den Jahren 1823 und 1824 zuerst bei Gelegenheit der Gradmessung sein practisches Talent auf eine Weise, daß er im Jahre 1825 den ihm auf die Fürsprache des um die Geodäsie in Rußland hochverdienten Generalmajors und Ritters von Schubert übertragenen ehrenvollen Posten eines Astronomen beim Kaiserlichen Generalstabe zu übernehmen im Stande war. In den Jahren 1826 und 1827 machte Herr Feodorow, der durch die Gnade IHRO MAJESTÄT DER KAISERIN MARIA FEODOROWNA zum Studio nach Dorpat gesandt war, und sich der Astronomie vorzugsweise widmete, auch bei der Gradmessung seine erste practische Schule. Späterhin begleitete er als Astronom unsern trefflichen Physiker Parrot den Sohn auf seiner durch die Ersteigung des Ararats berühmten Reise. Im Jahre 1827 leistete Herr Engelmann, Inspector des physicalischen Cabinets, durch Beihülfe bei der Basis-messung, so wie durch die Übernahme der letzten Reise nach Hochland in Gesellschaft des Herrn Feodorow, der Gradmessung wesentliche Dienste. Auch einigen andern Studierenden ward die Gelegenheit, die Arbeiten der Gradmessung mehr oder minder kennen zu lernen. Ferner haben an der Gradmessung im Jahre 1823 der Flottlieutenant de Livron und im Jahre 1824 der Flottlieutenant Sokolow zu ihrer Belehrung Theil genommen, und bei der Direction der Heliotrope Hülfe geleistet. Im Jahre 1826 endlich hatten die Herren Offiziere des Kaiserlichen Generalstabes, die ihren Cursus der Astronomie auf der Dorpater Sternwarte machten, von ihren Obern den Auftrag erhalten, den astronomischen Beobachtungen in Jacobstadt und Hochland beizuwohnen.

Aber nicht blos bei den Messungen, auch in den Berechnungen habe ich mich wackerer Mitarbeiter zu erfreuen gehabt, so daß durch Berechnung von mehreren Individuen oder wiederholte Bearbeitung von demselben den Resultaten der Rechnung

die größte Sicherheit geschafft werden konnte. Die Darstellung der Berechnung der Gradmessung wird einen jeden Rechner namentlich bezeichnen.

Allen diesen Mitarbeitern, die durch ihre Thätigkeit die Vollendung der Gradmessung befördert haben, statte ich hier meinen aufrichtigen Dank ab. Wie könnte ich es aber nun unterlassen, hier auch auszusprechen, wie viel wir alle den freundlichen Bewohnern der Ostseeprovinzen verdanken, die uns in ihren Wohnungen beständig mit der zuvorkommendsten Gastfreundschaft aufnahmen, und es sich stets angelegen sein ließen, uns alle Beihülfe zu gewähren und alles zu thun, was die Beschwerden der Arbeit erleichtern konnte. Möge es mir vergönnt sein, hier öffentlich dreien Männern namentlich meinen Dank auszusprechen, dem Herrn Pastor Pauker auf St. Simonis, dem Herrn Pastor Spindler auf Halljall und dem Herrn Schulinspector Westberg, damals in Jacobstadt, jetzt in Werro.

---

## DIE INSTRUMENTE.

Ich theile die von mir angewandten Instrumente, nach dem hauptsächlichlichen Gebrauche, den ich von ihnen gemacht, oder nach ihrer alleinigen Bestimmung in geodätische und astronomische. Folgendes ist ihr Verzeichniß:

### I. GEODÄTISCHE INSTRUMENTE.

- 1) Das Universalinstrument von Reichenbach und Ertel. Es ward zu den terrestrischen Messungen sowohl der horizontalen als der verticalen Winkel gebraucht, und zu den Azimutalbestimmungen.
- 2) Der astronomische Theodolit von Reichenbach und Ertel. Er ward zu den kleinen Hüfstdreiecksmessungen angewandt, und bei der Messung der Grundlinie zum Absetzen der Endpunkte auf den Boden.
- 3) Vier Heliotrope.
- 4) Der Apparat zur Messung der Grundlinie nebst dem Maßvergleich.
- 5) Eine Toise von Fortin.
- 6) Ein kleines Passageninstrument, welches zu den Centrirungen und zur ersten Auffindung der Richtung des Meridians benutzt ward.
- 7) Mehrere tragbare Fernröhre, unter denen eins von Ramsden, von 3 Fuß Focallänge, auch zu den Biegungsversuchen der Verticalkreise benutzt ward.

### II. ASTRONOMISCHE INSTRUMENTE.

- 1) Hier muß zuerst der Meridiankreis der Sternwarte genannt werden, in so ferne an demselben die Fundamentalbestimmungen der auf der Gradmessung benutzten Sterne gemacht wurden, so wie alle absoluten Zeitbestimmungen während der Arbeiten in Dorpat.
- 2) Das achtfüßige Mittagsrohr von Dollond, welches nach Bessels Methode durch Aufstellung im ersten Vertical als Zenithsector gebraucht wurde, sowohl auf den Endpuncten als auf der Mitte des gemessenen Bogen.

## INSTRUMENTE.

- 3) Ein achtzehnzolliger Verticalkreis von Reichenbach und Ertel, den ich mit dem Namen Dorpater Verticalkreis bezeichnete.
- 4) Ein anderer achtzehnzolliger Verticalkreis von denselben Künstlern, aber verschiedener Bauart, welcher der Sternvarte zu Mitau gehört, und von mir mit dem Namen Mitauer Verticalkreis belegt ist. Vergleiche Seite 10. Beide Verticalkreise sind für die Polhöhen angewandt.
- 5) Mehrere Spiegel-Sextanten nebst künstlichen Horizonten, welche an den Puncten, wo astronomische Beobachtungen angestellt wurden, zu einer vorläufigen Zeitbestimmung dienten. Diese Zeitbestimmungen sind aber nicht mit ins Tagebuch aufgenommen worden, da sie keinen bleibenden Werth haben. Wichtig war es aber, sogleich die Zeit bestimmt zu haben, um eine vorläufige Berechnung aller Beobachtungen für Polhöhe und Azimut an Ort und Stelle vornehmen zu können, aus welcher sich beurtheilen liefs, dafs keine Versehen vorgefallen waren.
- 6) Mehrere Pendeluhrn, namentlich eine Hauptuhr von Repsold, zwei Halbsecundenpendeluhrn, von Repsold und Liebherr, und ein Chronometer von Arnold, welcher aber nur zur Zeitübertragung auf kurze Zeiträume diente. Ausserdem wurde in Dorpat selbst die absolute Zeitbestimmung von der Pendeluhr von Hubert genommen, die neben dem Meridiankreise steht, und diese Uhr auch bei den Azimutalbeobachtungen angewandt.
- 7) Meteorologische Instrumente.

Ich lasse jetzt die Beschreibung der hauptsächlichen Instrumente folgen, und gebe zugleich für jedes die Constanten, welche zur Reduction der mit demselben angestellten Beobachtungen erforderlich sind, so wie die Berichtigungen. Den Meridiankreis übergehe ich, da er sowohl von Bessel in den Königsberger Beobachtungen, Abth. VII., als von mir in den Obs. Dorp. Vol. IV. beschrieben ist. Auch werden von den auf die Gradmessung bezüglichen Beobachtungen am Meridiankreis nur diejenigen Sternculminationen ins Tagebuch aufgenommen, aus welchen die Zeitbestimmungen für die andern im Tagebuch enthaltenen Beobachtungen abgeleitet sind. Diese, so wie die übrigen hierher gehörigen Beobachtungen am Meridiankreise, sind vollständig in den verschiedenen Bänden der Obs. Dorp. enthalten.

Die Reihenfolge der nachstehenden Beschreibungen ist eine andere, als die im obigen Verzeichnisse. Die Ursache hiervon ist die, dafs ich mich in der Beschreibung des einen Instruments auf die des andern beziehen kann. So fange ich mit



dem Mitauer Verticalkreise an, weil sich an demselben das System der Achsen am anschaulichsten macht.

## DER MITAUER VERTICALKREIS VON REICHENBACH UND ERTTEL.

### BESCHREIBUNG.

Dies Instrument kam im Jahre 1826 aus der Werkstatt des Herrn Ertel in München, und führt die Aufschrift: Reichenbach und Ertel.

Taf. VII. ist die Projection des Instruments auf den ersten Vertical, wenn die Ebene der Kreise sich im Meridiane befindet und das Fernrohr nach dem Scheitel gerichtet ist.

Taf. VI. ist die Projection auf einen um  $60^\circ$  verschiedenen Vertical, nachdem die Fläche des Kreises mit dieser Ebene parallel gestellt und das Fernrohr geneigt worden ist.

Taf. VIII. enthält die Durchschnitte des Achsensystems in Fig. 3 bis 7, und eine Darstellung der Hängelibelle in Fig. 8 und 9.

Der Maßstab dieser Figuren ist 0,4 der natürlichen Größe. \*)

Das Instrument ruht mit den 3 Stellschrauben *a* in konischen Vertiefungen der Platten *b*, die unten mit Spitzen versehen sind. Die Stellschrauben gehen durch den messingnen Dreifuß *A* durch, der die Hauptunterlage des Instruments abgibt. Fig. 4 zeigt die Vereinigung der 3 Arme des Dreifußes zu einem gemeinschaftlichen Mittelstück. Oberhalb des Dreifußes sitzt die Trompete *B* von Glockenmetall, welche durch die 3 Schrauben *d* auf den Dreifuß aufgeschraubt wird. In der Trompete oberen Ende ist die eine konische Büchse der 15 Zoll langen stählernen Verticalachse des Instruments, die 2te befindet sich im Dreifuß, ist cylindrisch und gegen das Schlottern mit einer Druckfeder versehen. Fig. 3 ist der Verticaldurchschnitt des Stativs zwischen dem Dreifuß und der Säule, welche die Gegengewichte trägt. Hier ist  $\alpha$  die stählerne mit einem Kopfe von Glockenmetall versehene Verticalachse,  $\beta$  die Trompete. Fig. 5 ist der Verticaldurchschnitt des Dreifußes. Fig. 4 ist die Ansicht desselben von oben, wenn alles übrige abgenommen ist.

---

\*) In dem nachfolgenden beziehen sich die lateinischen Buchstaben auf Fig. 1 und 2, in welchen gleiche Stücke mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, während die griechische Alphabet für die Figuren 3 bis 7 angewandt worden.



Die stählerne Achse ist unterhalb des Kopfes erst konisch, und liegt hier in der ähnlichen Büchse der Trompete. In der unteren Büchse des Dreifusses ist die Achse cylindrisch und wird hier durch die doppelte Stahlfeder,  $\mu$  Fig. 4 und 5, auf welche ein metallner Ansatz  $\nu$  aufgelöthet ist, gegen die beiden andern Berührungsflächen  $\rho$  angedrückt, so dafs ein Schlottern durch Abnutzung unmöglich wird. Unterhalb des Dreifusses ist die Achse wieder etwas konisch; dann zu einem Gewinde geschnitten, endigt sie sich nach unten mit einer schwachgewölbten Fläche. Auf der untern konischen Stelle der Achse sitzt der Azimutalkreis von 8 Zoll Durchmesser. Er wird nur durch Friction gehalten, indem die verticale auf dem Gewinde der Achse aufsitzende Druckschraube  $e$  ihn nach oben preßt. Es ist demnach möglich, den Azimutalkreis zu verstellen und seinen Indexfehler in Bezug auf den Meridian zu vernichten. Die Hemmung des Azimutalkreises durch Klemme und Mikrometerschraube geht von einem Doppelarme  $f$  aus, der von unten an den Dreifuß geschraubt ist. Ein anderer Arm trägt den Vernier  $g$  (Fig. 1) nebst der Loupe. Dieser Vernier giebt die Minute an, was zum Aufsuchen hinreichend ist. Man kann aber bis auf ein Viertel der Minute ablesen, was für die Berichtigung der optischen Achse des Fernrohrs wichtig wird. Das untere Ende  $k$  der Verticalachse ruht auf einer dreiarmigen stählernen Feder  $h$ , welche durch die drei Schrauben  $i$  mit dem Dreifuße zusammenhängt, und durch ihre Durchbiegung die ganze Last des beweglichen Theiles des Instruments unterstützt, und so die Friction der Verticalachse in der konischen Büchse der Trompete aufhebt. Durch tieferes Einschrauben der Schrauben  $i$  kann die Tragkraft der Feder  $h$  nach Bedürfnis vermehrt werden.

Auf dem obersten Ansatz der Verticalachse sitzt das hohle Parallelepipedum  $D$  von Messing, dessen Durchschnitt  $\delta$  in Fig. 3 ist.  $D$  ist mit der Achse durch 6 Schrauben verbunden, die durch den Kopf der Achse durchgehen. Der Zweck von  $D$  ist die Aufnahme eines zweiten Parallelepipedi von Messing, das inwendig zu einer Büchse für die Aufnahme der Achse des Limbuskreises ausgedreht worden. An  $D$  ist von unten vermittelst der 4 Schrauben  $l$  angeschraubt die Trommel  $C$ , deren Durchschnitt  $\gamma$ , Fig. 3. Sie ist von Glockenmetall, und umgiebt den Kopf der Achse, so dafs ihre äußere abgedrehte Oberfläche concentrisch mit der Verticalachse ist. Mit der Verticalachse bewegt sich also die Trommel, ohne die Trompete zu berühren. Sie ist von bedeutender Metallstärke, da sie den Stützpunkt für die Hemmung des eingetheilten Verticalkreises abgeben soll.

Oberhalb  $D$  sitzt erstlich die zur Berichtigung der Verticalachse dienende Wasserwage  $E$ , in 2 rechtwinklichten Lagern  $k'$  durch Federn  $l'$  von oben gehalten.

Die 3 Stellschrauben *m* an dem einen Lager dienen zur Stellung. Die Säule *F* trägt die beiden an eisernen Armen befestigten Gegengewichte *G* und *H*. Die Arme drehen sich um die Achsen der Schrauben *n* und *o*. Der Beleuchtungsapparat ist an der Säule *I* angebracht, welche auf *F* aufgeschoben wird. Er ist, wie aus der Zeichnung erkenntlich, mit der erforderlichen verticalen und azimutalen Bewegung versehen, und kann durch die beiden Druckschrauben *p* und *q* an der gehörigen Stelle befestigt werden. *K* ist das Gegengewicht für die Lampe und den Arm. Die Lampe hängt in einer Entfernung von 11 Zoll von den nächsten Theilen des Instruments. In der Zeichnung ist sie näher gestellt, um Raum zu sparen. In Fig. 1 ist der Beleuchtungsapparat weggelassen.

Fig. 6 ist der Durchschnitt des Kreises von Glockenmetall, der die Eintheilung trägt, senkrecht auf die Fläche des Limbus durch eine Speiche genommen, mit ihrer Achse und der diese umgebenden Hemmung. Der äußere Durchmesser ist 19 Zoll 2 Linien, der der Theilung 18 Zoll. Die Theilung sitzt auf dem eingelassenen silbernen Limbus  $\lambda$  und ist unmittelbar von 5' zu 5'. Der vorstehende Doppelrand des Limbuskreises hat 2 Falze, deren einer die Hemmungsklemme zwischen Limbuskreis und Vernierkreis aufnimmt, der andere die Klemme der Libelle. Die Achse, auf welcher die Ebene des Kreises abgedreht worden, ist von Glockenmetall, an 2 Stellen äußerlich und innerlich konisch. Mit den beiden äußerlichen konischen Stellen paßt sie genau in die lose Büchse  $\epsilon$ , Fig. 3, die durch die Schrauben  $\zeta$ , Fig. 3, =  $\tau$ , Fig. 2, gegen das hohle Parallelepipedum  $\delta$ , Fig. 3, = *D*, Fig. 2, befestigt und verstellt werden kann. Die Kreisachse ragt, wenn sie in die lose Büchse eingesteckt ist, um ein geringes aus derselben bei  $\eta$  hervor. Dann wird die durchbrochene Platte  $\pi$  vorgeschoben nebst der gebogenen Kreisfeder  $\varphi$ . Diese zieht die Achse des Kreises gegen die lose Büchse immer gleichförmig an, indem sie auf die hintere Fläche der letzten bei  $\eta$  drückt.

Fig. 7 ist der Durchschnitt des Vernierkreises von Glockenmetall und seiner Achse, senkrecht auf die Ebene des Kreises durch eine Speiche und das eine Vernierpar. Diese sitzen auf den Silberplatten  $\sigma$ , die in den Rand eingelassen sind, und geben 4'' an, wobei die einzelne Secunde mit Leichtigkeit geschätzt wird. Die Achse des Vernierkreises ist von Stahl und endigt sich nach beiden Seiten in die beiden Cylinder  $\tau$ ,  $\tau'$ , die von gleicher Dicke sind, und zuletzt konisch ablaufen. Diese stählerne Achse paßt genau in die hohle Achse des Limbuskreises, indem sie dieselbe nur an den beiden konischen Stellen berührt, und wird durch die Kreisfeder  $\varphi$ , Fig. 7, welche von der Schraubenmutter  $\chi$  gehalten ist, angespannt, da diese Fe-

der gegen die Platte  $\pi$ , Fig. 6, andrückt. Dann liegen die Flächen der Verniere und des Limbus fast genau in einer Ebene, der Vernierkreis um ein sehr geringes tiefer.

Die Hemmung des Vernierkreises gegen den Limbus geschieht an der Peripherie vermittelst Klemme und Mikrometerschraube  $s$ . Ein Umgang dieser Schraube entspricht genau  $4'$  der Theilung. Die Hemmung des Limbuskreises geschieht auf folgende Weise: Der Arm  $N$  umgiebt die Achse des Kreises, wie der Durchschnitt seines Centralstückes  $\theta$  nebst Vorlage  $\epsilon$ , Fig. 6, zeigt. Er kann durch die in der Richtung des Radius wirkende Druckschraube  $L$  gegen die Achse gehemmt werden. Am untern Ende trägt der Arm die Mikrometerschraube  $t$ , deren Kugel mit der Trommel  $C$  in Verbindung ist. Wenn demnach die Druckschraube  $L$  gelöst wird, so haben die Kreise eine gemeinschaftliche grobe Kreisbewegung um die Achse des Limbuskreises. Nach Schließung der Druckschraube sind die Kreise gegen die Trommel gehemmt und haben nur eine Mikrometerbewegung durch die Schraube  $t$ . Durch diese kann die Wasserwaage  $M$ , die vermittelst einer Klemme und der Schraube  $u$  an den hintern Rand des Limbuskreises angeschraubt wird, und immer an der niedrigsten Stelle desselben sich befindet, zum einspielen gebracht werden. Die Oberfläche ihrer Glasröhre ist in Linien getheilt, jede Linie entspricht  $2,9''$ . Siehe weiter unten.

Das Fernrohr sitzt auf dem Centro des Vernierkreises, vermittelst einer ausgedrehten 4 Linien starken Messingplatte, die in den Falz  $\psi$ , Fig. 7, hineinpaßt und durch 4 Schrauben angezogen wird. Auf dieser Platte sitzt der Cubus des Fernrohrs, an welchem die cylindrischen Objectiv- und Ocularröhren, beide von Messing, frei schweben, und durch die Reichenbachschen Hebelgewichte  $v$ ,  $v'$  vor der Durchbiegung gesichert werden. Die freie Oeffnung des Objectivs ist  $21\frac{1}{2}$  Linien, die Focallänge 25 Zoll, die Vergrößerung 60fach. Das Ocular ist mit einem Prisma versehen, und hat für das Fadennetz alle erforderlichen Correctionen, wozu die Schrauben in der Zeichnung zu erkennen sind. Die Centralplatte des Rohrs ist durchbrochen, um das eine der Enden der stählernen Achse des Vernierkreises  $w$ , Fig. 2, =  $\tau'$ , Fig. 7, durchragen zu lassen.  $x$  ist eine Oeffnung in der Seitenwand des Cubus, um zur Achse zu gelangen und bei horizontaler Stellung des Fernrohrs die Hängelibelle, Fig. 8 und 9, anlegen zu können. Die der Centralplatte entgegengesetzte Wand des Cubus ist ebenfalls durchbrochen, um durch ein Planglas das Licht der Lampe auf den im Cubus befindlichen elliptischen Spiegel fallen zu lassen. Ein grünes Blendglas  $y$  und ein Deckel  $z$  können hier vorgeschoben werden.

Die Ablescloupen  $a'$  von 10,5 Linien Focalweite sitzen an einem gebogenen stählernen Arme, welcher sich um einen konischen Ansatz an der durchbrochnen Vor-

derwand des Cubus dreht. Eine Kreisfeder hält ihn hier, und die Bewegung geschieht mit der allergeringsten Friction.  $b'$  sind die 4 Illuminatoren für die Verniere, aus geöltem Papiere auf geneigte Rahmen geklebt bestehend, welche an den Vernierkreis angeschraubt werden. Die Ablesung läßt nichts zu wünschen übrig, auch bei Nacht, wo das Licht einer Handlaterne durch das geölte Papier auf die Theilungen fällt.

Das Gegengewicht H hebt die Last des Vernierkreises und des Rohres auf. Es zieht einen Arm  $c'$ , \*) der sich nach unten in einem Ringe endet, welcher die beiden Frictionsrollen  $d'$  trägt, die in einen Falz der 4 Linien dicken Centralplatte des Fernrohrs eingreifen. Das Gegengewicht G hebt die Last des Limbuskreises und seiner Achse durch den Arm  $e'$ , der die Frictionsrollen  $f'$  trägt. Diese Frictionsrollen greifen in den Falz  $z$  der Kreisachse Fig. 6 ein.

Zur Einstellung des Fernrohrs auf eine beliebige Zenithdistanz dient der Halbkreis  $g'$  von Messing, dessen Centrum ausgedreht ist und auf den Ansatz der losen Büchse bei  $\eta$ , Fig. 3, concentrisch aufpafst. Die Theilung ist auf Silber zu  $15'$ , der Vernierarm ist mit der Schraube  $\chi$ , Fig. 7, durch eine Vorlage verbunden, und kann, wenn die Schraube gehörig angezogen, so gestellt werden, daß der Index bei der verticalen Richtung des Fernrohrs genau  $0^\circ$  zeigt. Der Vernier giebt die einzelne Minute; die Loupe zur Ablesung sieht man in Fig. 2.

Fig. 8 und 9 stellen die Hängelibelle dar. Die Glasröhre wird durch eine Feder gegen die 4 Schrauben  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  angedrückt, von welchen  $\alpha$  und  $\beta$  zur Berichtigung dienen.

Die Scheiben der Fußsschrauben  $a$  sind in 100 Theile getheilt; ein Zeiger neben jeder Fußsschraube dient zur Ablesung des Standes der Schraube. Durch diese Vorrichtung sind die Werthe aller Libellen an diesem Instrumente leicht zu bestimmen. Zeiger und Theilung ist eine in Dorpat gemachte Zugabe (ebenso der Beleuchtungsapparat, da aus München nur eine Handlaterne nach Fraunhofers Construction mit Collectivglas geschickt worden war). Da die Entfernung der Fußsschrauben von einander 0,4392 Mètre gefunden, und ein Umgang = 0,0004968 Mètre: so folgt der Werth eines Schraubenumganges, für das Perpendikel von einer Fußsschraube auf die Verbindungslinie der beiden andern als Radius,  $S = 269,4$ , und ein Theil der Scheibe  $s = 2,694$ . Die von mir bei diesem Instrumente angewandte Methode zur Bestimmung des Werthes der Theilung der Libelle M ist folgende. Die Verticalachse

---

\*) In Fig. 2 ist der Arm durch ein Versehen mit  $e'$  bezeichnet, in Fig. 1 aber richtig.

des Instruments wird gedreht, bis die Ebene der Verticalkreise, mit welcher die Achse der Libelle M am Limbuskreise parallel ist, die Horizontalebene durch die drei Fußspitzen in einer Linie durchschneidet, welche mit der Verbindungslinie zweier Spitzen einen rechten Winkel macht, und also parallel ist mit dem Lothe von der dritten Fußspitze auf diese Verbindungslinie. Taf. VII. zeigt das Instrument in dieser Lage. Wenn nun durch eine Drehung der dritten Fußspitze die Neigung dieser Verbindungslinie sich um einen kleinen Winkel ändert, so muß die Blase der Libelle um eine diesem Winkel entsprechende Zahl Theilungen fortrücken, und so kann man den Werth einer Theilung auf der Libelle durch die Theilung auf der Fußschraube, und da die GröÙe eines Umganges  $S = 269\frac{1}{4}$  bekannt ist, in Bogentheilen bestimmen. Offenbar kann man diese Operation wiederholen, indem man die Wasserwage durch die Mikrometerschraube t wieder zurückführt, und man thut auf jeden Fall gut, die Operation so lange fortzusetzen, bis die Fußschraube genau einen Umgang gemacht hat.

Ich füge hier als Beispiel die letzten Beobachtungen an, welche Wrangell am 24. Juli 1827 über die Libelle M unseres Instrumentes angestellt hat.

	Stand der Blasen- enden.	Stand des Zeigers der Fußschraube.	Folglich, wenn $t = 1$ Theil der Libelle, $s = 1$ Theil der Schraube $= 2,694$ .
1	Von $-13,7$ bis $+1,0$ $-4,6$ $+10,0$	$0,0$ $10,0$	$10 s = 9,05 t$
2	$-12,0$ $+2,6$ $-2,4$ $+12,2$	$10,0$ $20,0$	$10 s = 9,60 t$
3	$-10,8$ $+3,8$ $-1,6$ $+13,0$	$20,0$ $30,0$	$10 s = 9,20 t$
4	$-12,5$ $+2,1$ $-3,3$ $+11,3$	$30,0$ $40,0$	$10 s = 9,20 t$
5	$-12,0$ $+2,6$ $-2,7$ $+11,9$	$40,0$ $50,0$	$10 s = 9,30 t$
6	$-12,7$ $+1,9$ $-3,0$ $+11,7$	$50,0$ $60,0$	$10 s = 9,75 t$
7	$-11,9$ $+2,9$ $-2,2$ $+12,7$	$60,0$ $70,0$	$10 s = 9,75 t$

8	Von — 13,0 bis + 3,2	70,0	10 s = 9,45 t
	— 3,5 + 12,6	80,0	
9	— 11,5 + 4,5	80,0	10 s = 9,55 t
	— 2,0 + 14,1	90,0	
10	— 13,4 + 2,7	90,0	10 s = 9,35 t
	— 4,1 + 12,1	100,0	

Hieraus  $S = 100 s = 94,20t = 269,4$  und  $t = 2,860$ .

Die Länge der Blase war zu Anfang 14,7t, zu Ende 16,2t, im Mittel aus allen 15,4t, und der obige Werth von t gehört zu dieser Länge der Blase. Offenbar kommt es bei einem richtigen Gebrauch der Libelle nur darauf an, den Werth der Theile zu kennen, zwischen welchen die Libelle bei der Beobachtung schwankt. Die Blase hat sich daher bei obigen Untersuchungen immer nur nahezu zwischen den 10 Strichen bewegt, die zunächst einem mittleren gleichen Stande nach beiden Seiten liegen. Leicht ist es offenbar, jede 10 Striche längst der ganzen Eintheilung zu untersuchen; das entscheidet die Vollkommenheit der allgemeinen Krümmung der Libelle.

Es ist eine jetzt ziemlich allgemein bekannte Erfahrung, dafs der Werth der Libellen veränderlich ist mit der Temperatur oder der veränderten Länge der Blase. Für unsere Wasserwage M haben sich folgende Werthe gegeben:

1825 3. Juni in Jacobstadt Länge der Blase = 22,3t;  $t = 2,78$ .  
 — 25. Juli in Hochland — — — 12,7t;  $t = 2,91$   
 — 26. — — — — — 5,4t;  $t = 2,94$   
 1826. 16. Oct. in Dorpat — — — 22,4t;  $t = 2,75$   
 1827. 24. Juli — — — — — 15,4t;  $t = 2,86$   
 — — — — — — — 17,5t;  $t = 2,87$

Setzt man  $\frac{1}{2}t = \tau$ , Werth eines Halbtheils, so erhält man nach der Länge der Blase geordnet:

Länge der Blase = 5,40t;  $\tau = 1,470$   
 — — — 12,70t;  $\tau = 1,455$   
 — — — 16,45t;  $\tau = 1,432$   
 — — — 22,35t;  $\tau = 1,382$ .

Augenscheinlich findet hier eine Zunahme der Empfindlichkeit statt, wenn die Länge der Blase gröfser wird, also bei Abnahme der Temperatur. Mit diesen

Werthen für  $\tau$  ist folgende Tafel, welche von mir bei allen Reductionen gebraucht ist, in Übereinstimmung.

Tafel des Werths eines Halbtheils der Libelle M am Mitauer Verticalkreise.

Länge der Blase	Ein Halbtheil $\tau =$	Länge der Blase	Ein Halbtheil $\tau =$
t	"	t	"
5	1,47	14	1,45
6	1,47	15	1,44
7	1,47	16	1,44
8	1,46	17	1,43
9	1,46	18	1,42
10	1,46	19	1,41
11	1,46	20	1,40
12	1,46	21	1,39
13	1,45	22	1,38

Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, dafs wenn eine Libelle mit einem verticalen Limbuskreise, so wie M, verbunden wird, ihr Zweck offenbar der ist, die unverrückte Lage dieses Kreises zu beweisen; oder vielmehr jede Verrückung aus derjenigen Lage anzuzeigen, bei welcher die Blase der Libelle von der Mitte, wo der Nullstrich steht, sich nach beiden Seiten hin gleich weit erstreckt. Bezeichnet man also den Stand des Endes der Blase nach der einen Seite hin mit  $+a$ , des andern mit  $-b$ , so ist der richtige Stand des Kreises der, wo  $a = b$  oder  $a - b = 0$  ist, und die jedesmalige Correction  $= \frac{a-b}{2} \cdot t = (a-b) \cdot \tau$ . Welche Seite der Libelle Plus und welche Minus erhält, ergiebt sich dadurch, dafs man von der Minusseite zur Plusseite auf der Libelle in derselben Richtung gehen mufs, in welcher die Theilung auf der niedrigsten Stelle des Limbuskreises fortläuft. Die entgegengesetzte Regel findet statt, wenn die Libelle nicht am Limbuskreise, sondern am Alhidadenkreise fest ist, wie z. B. bei den Reichenbachschen Meridiankreisen.

Das Fadennetz des Instruments wurde von mir so eingerichtet, dafs es zwei Verticalfäden enthielt, die eine Minute von einander abstanden, und zwei horizontale, deren Entfernung etwa 14 Secunden betrug. Die Einstellungen in die Mitte zwischen die horizontalen Fäden sind einer Genauigkeit innerhalb der Secunde fähig, und es war ein leichtes, dieselben immer sehr nahe in der Mitte zwischen den Verticalfäden vorzunehmen. Schon seit mehreren Jahren sind durch Respod



und Reichenbach in die Meridianinstrumente zur Beobachtung der Declinationen statt der einfachen Horizontalfäden doppelte eingeführt, in deren Mitte das zu beobachtende Gestirn geführt wird. Sie gewähren einen zweifachen Vortheil; erstlich, daß bei Beobachtung des Randes der unter meßbaren Diametern erscheinenden Himmelskörper durch den Durchmesser des Fadens kein Fehler erzeugt wird; zweitens, daß die Beobachtung auch der schwächsten sichtbaren Gegenstände möglich bleibt, indem sie bei der Beobachtung nie vom Faden gedeckt werden. Diese Vortheile finden aber nicht nur bei den Meridiankreisen statt, sondern ebenfalls bei kleineren Instrumenten, und so habe ich zur Beobachtung aller Verticalwinkel doppelte horizontale Fäden angewandt, und für Horizontalwinkel doppelte Verticalfäden. In den Meridiankreisen ist die Entfernung der Horizontalfäden von Mitte zu Mitte etwa 8", für Fernröhre von 60 Zoll Brennweite. Nimmt man dieselbe lineare Entfernung der Fäden für kleinere Fernröhre als die bequemste, wie die Erfahrung beweiset, so käme für unsern Kreis die Winkelentfernung  $\frac{8.60''}{25} = 19\frac{1}{2}''$  heraus, statt welcher, wie oben gesagt, ohngefähr 14'' stattfindet. Diese geringere Entfernung der Fäden vermehrt die Sicherheit des Visirens um etwas, und schadet nur, wenn gar zu schwache Objecte beobachtet werden.

Für den Transport werden der Beleuchtungsapparat und die Hebel nebst den Gegengewichten abgenommen, dann nach Lösung der Schrauben r, Fig. 2, = ζ, Fig. 3, beide Kreise auf einmal mit dem Parallelepipedo s, Fig. 3, aus dem Körper d, Fig. 3, = D, Fig. 2, herausgezogen, und so das in zwei Haupttheile zerlegte Instrument in zwei Kasten verpackt.

#### BERICHTIGUNG.

Das Instrument ist berichtigt, wenn erstlich die erste oder Verticalachse genau senkrecht ist, wenn die zweite oder Horizontalachse mit der ersten einen Winkel von genau 90° macht, also horizontal ist, und wenn drittens der Focus des Objectivs und des Oculars zusammenfallen, und zwar am Orte des Fadennetzes; endlich wenn die optische Achse mit der Horizontalachse wiederum einen Winkel von 90° macht, und also bei einer Drehung des Instruments um die zweite Achse einen größten Kreis an der Himmelskugel beschreibt.

Wenn das Instrument aufgestellt ist: so geschieht die senkrechte Stellung der ersten Achse mittelst der Fußschrauben und der auf der Achse befindlichen Wasserwaage E. Der gleiche Stand der Blase der Libelle bei zweien um 180° im



Azimuth verschiedenen Stellungen ist der Beweis der senkrechten Stellung der Achse in einer Richtung. Man wählt am vortheilhaftesten zwei Richtungen, von denen eine parallel ist mit der Verbindungslinie zweier Fußsschrauben, die andere normal darauf. Die Wasserwaage E ist als berichtigt anzusehen, wenn eine die innere Oberfläche an dem in der Mitte liegenden Nullpunkt der Eintheilung tangirende Ebene mit der Verticalachse einen Winkel von  $90^\circ$  macht. Dann wird bei senkrechter Stellung der Achse die Blase sich nach beiden Seiten vom Nullpunkt gleich weit erstrecken. Die Stellschrauben m dienen diese Stellung hervorzubringen. Die Eintheilung der Fußsschrauben gewährt die Bequemlichkeit, eine erste Berichtigung der Libelle E ohne Hin- und Herversuche zu erhalten. Ist nemlich E noch gar nicht berichtigt, so bringe man das Instrument in eine Lage wie Tafel VII., und bewege die vordere Fußsschraube a bis die Libelle oben genau einspielt. Dann drehe man die Verticalachse um  $180^\circ$ , und bringe abermals die Libelle E zum einspielen durch dieselbe Fußsschraube. Hat man beide Male den Stand des Zeigers auf der Fußsschraube abgelesen, mit Rücksicht auf die ganzen Umgänge: so braucht man nachher nur die Schraube auf das arithmetische Mittel beider Ablesungen zu stellen, um der Achse sehr nahe die Verticalrichtung zu geben, und kann also die Libelle E mittelst der Stellschrauben m sogleich mit einem Male fast ganz berichtigen. Die nachherige genauere Berichtigung ist sehr leicht. Da eine Linie auf der Libelle E nahezu 3" entspricht, so kann man die Verticalität der ersten Achse ohne Mühe bis auf einen Bruch der Raumsecunde erhalten, wenn das Instrument auf einer hinreichend festen Grundlage aufgestellt ist.

Die Berichtigung der zweiten Achse geschieht auf folgende Weise. Die Hängelibelle Fig. 8 läßt sich, wenn das Fernrohr horizontal gerichtet ist, durch die Oeffnung x im Cubus des Fernrohrs an den einen stählernen Zapfen w, Fig. 2, und den gleichen auf der entgegengesetzten Seite der Achse anhängen, wobei der Körper der Libelle zwischen den auf einander passenden Speichen beider Kreise durchgesteckt wird, und dann mit der Rückwand der Messingröhre gegen die eine Seite der Trommel C anliegt. Man bringt alsdann die Blase durch die Stellschraube n an der Libelle Fig. 8 zum einspielen. Hebt man jetzt die Libelle aus, und hängt sie in entgegengesetzter Richtung an, so daß sie mit demselben Punkte der Röhre an einem diametral entgegengesetzten Punkt der Trommel anliegt, so muß, wenn die Achse wirklich horizontal war, die Blase wiederum einspielen. Ist dies nicht der Fall, so kann die Lage der Achse durch die 4 Stellschrauben r, Fig. 2, = s, Fig. 3, verändert werden. Um auch hier der lästigen Versuche überhoben zu sein,

nimmt man diese Berichtigung am besten bei der Lage des Instruments vor, welche in Fig. 1 dargestellt ist, und wird dann nach der Umhängung die Hängelibelle zum zweiten Male bloß durch die in der Richtung der zweiten Achse liegende hintere Fußschraube in der Zeichnung zum einspielen bringen, und hierauf die Fußschraube auf das Mittel der beiden Ablesungen am Zeiger stellen, hernach die Blase durch die Stellschraube  $\alpha$ , Fig. 8, einspielen lassen. Itzt wird nahezu die zweite Achse horizontal und die Hängelibelle berichtigt sein, aber die erste Achse ist um die erwähnte halbe Differenz der beiden Ablesungen aus der verticalen gerückt. Man berichtige dann die erste Achse wieder vollkommen, und bringe nun die Libelle zum einspielen bloß durch die Correctionsschraube  $r$ , Fig. 2, =  $\zeta$ , Fig. 3. Ist so die erste genäherte Verbesserung der zweiten Achse ausgeführt, so ist es ein leichtes, die genaue Stellung derselben zu erreichen. Ehe indessen zu dieser geschritten wird, bedarf die Hängelibelle selbst noch einer Prüfung, ob nemlich die Achse der Glasröhre mit der Achse, woran die Libelle gehängt ist, in einer Ebene liegt. Ist dies der Fall, so wird eine Drehung der Hängelibelle um die Achse, woran sie hängt, keine Verstellung der Blase erzeugen. Findet sich das Gegentheil, indem man die Röhre von der Berührung mit der Trommel entfernt, so muß die Lage der Achse der Glasröhre durch die untere Correctionsschraube  $\beta$ , Fig. 8, verändert werden, bis die obige Bedingung erfüllt ist. Überflüssig wäre diese Correction, wenn man annehmen könnte, daß, bei dem zweimaligen anhängen der Libelle und anliegen an entgegengesetzten Puncten der Trommel, die Ebene, welche durch die Horizontalachse des Instruments und den Berührungspunct des Messingrohrs mit der Trommel gedacht wird, beide Male genau denselben Winkel mit der Verticallinie macht. Dies wird zwar, weil die Trommel mit der Verticalachse auf der Drehbank abgearbeitet ist, sehr nahezu der Fall sein.

Wenn man das System der Horizontalachsen, Fig. 3, 6, 7, betrachtet, so übersieht man leicht, daß der Winkel der Achse durch die beiden Zapfen  $r$  und  $r'$ , Fig. 7, an welche die Hängelibelle gehängt wird, mit der ersten Achse  $\alpha$ , Fig. 3, variabel sein kann, wenn nemlich die innere und die äußere Begränzung der Limbusachse in Fig. 6 nicht vollkommen concentrisch sind, sondern deren Achsen sich unter einem Winkel durchschneiden. Der Erfolg hiervon wird sein, daß, wenn der Limbuskreis gedreht wird, sich Inclination und Azimut des Alhidadenkreises etwas ändert. Wenn man also unter so veränderten Umständen die Veränderungen der Neigung der Achse mit der Hängelibelle bestimmt, oder wenn man die Veränderung im Azimute dadurch ausmittelt, daß man nach der Drehung des Limbuskreises die

Gesichtslinie im Fernrohr immer wieder auf dasselbe terrestrische Object durch Drehung des Alhidadenkreises um seine Achse zurückführt, und die Seitenabweichung derselben vom Objecte schätzt: so hat man gedoppelte Data, um die Lage der inneren und äußeren Achse gegeneinander zu bestimmen.

Wenn die beiden Zapfen  $r$  und  $r'$ , Fig. 7, von verschiedenem Durchmesser sind, so sieht man, daß der Winkel der beiden Achsen um einen constanten Fehler von  $90^\circ$  abweichen muß, nachdem die Rectification geschehen ist. Da die Hilfsmittel gleiche Dicken der Zapfen mechanisch zu erzeugen sehr vollkommen sind, so kann dieser Fehler nur sehr unbedeutend sein. Überhaupt ist man bei der Vollkommenheit der mechanischen Ausführung des Instruments berechtigt anzunehmen, daß ein auf die zweite Achse senkrechter Kreis immer bis auf wenig Bogensekunden durchs Zenith gehen wird, wenn beide Achsen nach obigen Methoden berichtigt worden sind. Nach Berichtigung der optischen Achse des Fernrohrs wird sich eine Methode ergeben, dieses für sich zu prüfen, und auf solche Weise sich auch von der gleichen Dicke der beiden Zapfen der Horizontalachse zu überzeugen, oder deren Unterschied zu erkennen.

Ich gehe jetzt zur Berichtigung des Fernrohrs über. Wenn das Fernrohr von einem unendlich entfernten Gegenstande ein deutliches Bild giebt, so fällt der Focus des Objectivs mit dem des Oculars zusammen. Ein heller Stern ist der beste Gegenstand. Nachdem Ocular und Objectiv in gehöriger Entfernung von einander stehen, bringt man das Fadennetz, welches sich auf einer Hülse befindet, die innerhalb des Ocularrohres verschoben werden kann, in den Focus des Oculars, dadurch daß man es verschiebt bis ebenfalls sein ganz deutliches Bild gesehen wird. Dann muß das Fadennetz auch im Focus des Objectivs sein, und wird hier festgestellt. Nachher läßt sich das Ocular für das Bedürfnis jedes Auges ein- und ausschieben.

Nachdem so das Fadennetz in die Focalebene gebracht ist, muß jetzt die Stellung desselben in dieser Ebene berichtigt werden. Da das zu beobachtende Object in die Mitte zwischen die beiden Horizontalfäden gestellt wird: so muß die Linie, welche den Zwischenraum dieser Fäden halbirt, eine Richtung haben, welche mit der Richtung der zweiten Achse parallel, folglich senkrecht auf die erste Achse ist. Ist dies der Fall, so wird ein scharf begränzter, seinen Ort nicht ändernder Gegenstand, wenn er am einen Rand des Gesichtsfeldes genau in der Mitte der beiden horizontalen Fäden erscheint, und nun das Instrument eine kleine Azimutalbewegung erhält, durch das Gesichtsfeld so durchwandern, daß er den Raum

zwischen den beiden Fäden beständig halbt. Findet sich eine Abweichung, so ist eine Drehung des Netzes in der Focalebene erforderlich. Diese geschieht durch zwei in der Fassung des Prismas sitzende Schraubchen, welche gegen einen Stahlansatz des Ocularrohrs andrücken, und dasselbe um seine Achse drehen können. Eins dieser Schraubchen ist in Fig. 2, nahe dem Centro des quadrantenförmigen Prismaträgers, zu sehen, so wie in Fig. 1 beide senkrecht auf der Achse des Fernrohrs aus demselben Theile hervorragen.

Die letzte Berichtigung ist die der sogenannten optischen Achse. Durch den Durchschnitt der beiden Fädenpaare bildet sich ein leeres Parallelogramm in der Mitte des Feldes. Die durch die Mitte dieses Parallelogramms bestimmte Gesichtslinie des Fernrohrs ist die optische Achse, und diese muß mit der zweiten oder horizontalen Achse einen Winkel von  $90^\circ$  bilden. Man wählt ein im Horizonte liegendes so entferntes Object, daß der Abstand des Fernrohrs von der Verticalachse nicht in Betracht kommt, richtet die Gesichtslinie genau nach diesem Punkte, und liest alsdann den Stand des Index auf dem Azimutalkreise  $= a$  ab; dann dreht man die Verticalachse um  $180^\circ$ , geht mit dem Fernrohr durch den Scheitelpunct wieder zum Horizonte, und bringt die Gesichtslinie durch eine Azimutaldrehung der ersten Achse genau wieder nach demselben Objecte. Ist jetzt die Ablesung auf dem Azimutalkreise  $180^\circ + a'$ , so ist der erkannte Fehler der Gesichtslinie  $\pm \frac{1}{2}(a' - a)$ . Man stellt alsdann den Azimutalindex auf  $180^\circ + \frac{a' + a}{2}$  und richtet dann die Gesichtslinie nach demselben Objecte durch eine Verstellung der Fäden, welche mittelst der beiden aus dem Ocularröhrchen hervorragenden Schraubchen geschieht, welche in Fig. 1 zu erkennen sind. Zwischen diesen liegt nemlich die Platte, welche das Netz trägt. Alsdann ist die Gesichtslinie berichtigt. Die Genauigkeit dieser Operation ist eine dadurch begränzte, daß erstlich der Vernier des Azimutalkreises nur bis auf die Minute getheilt ist, und daß ein kleiner Einfluß einer Excentricität dieses Kreises statt finden kann, weil nur an einem Vernier abgelesen wird. Den Fehler der Excentricität kann man aufheben, wenn man die Berichtigung an zwei nahezu diametral entgegengesetzten Objecten im Horizonte vornimmt. Die Sicherheit der Ablesung geht etwa auf  $\frac{1}{4}$  Minute, und so kann man die Correction der Gesichtslinie durch wiederholte Versuche etwa bis auf  $5''$  zu Stande bringen, da, ohnerachtet der Entfernung der Verticalfäden von  $1'$ , die Einstellung in die Mitte zwischen denselben höchstens auf ein Par Secunden unsicher bleibt. Nachdem so die Gesichtslinie durch ein im Horizont liegendes Object berichtigt ist, kann man dieselbe Verification derselben durch den Polar-

stern vornehmen, indem man auf die Azimutalbewegung des Polarsterns in der Zwischenzeit Rücksicht nimmt. Findet sich hier eine Übereinstimmung in der Richtung der Gesichtslinie in beiden Lagen des Kreises, nachdem die Achse genau um  $180^\circ$  im Azimut gedreht worden, so ist dies ein Beweis, daß die zweite Achse mit der ersten richtig den Winkel von  $90^\circ$  macht, während man, bei einer Abweichung der Gesichtslinie, aus den beiden Ständen am Azimutalkreise die Inclination der Achse abzuleiten im Stande ist. Ist  $p$  die Ablesung des Index auf dem Azimutalkreise bei der ersten Beobachtung des Polarsterns um die Zeit  $t$ , dann, nachdem man mit dem Fernrohr durchs Zenith gegangen ist und um  $180^\circ$  im Azimut gedreht hat,  $p'$  die Ablesung bei der zweiten um die Zeit  $t'$ ,  $d\alpha$  die Bewegung des Sterns im Azimut in der Zeit  $t'-t$  und  $I$  die Inclination der Achse, so hat man, wenn  $z$  und  $z'$  die beiden Zenithdistanzen in den Beobachtungsmomenten sind, und wenn  $c$  den Fehler der Gesichtslinie beträgt, folgende Gleichung:

$$p + d\alpha + \frac{(c + J. \cos z)}{\sin z} + 180^\circ = p' - \frac{(c + J. \cos z')}{\sin z'};$$

also, wenn  $p' - p - 180^\circ = q$ , und  $\frac{z + z'}{2} = \zeta$  der mittleren Zenithdistanz des Polarsterns, sehr nahe:

$$c + J. \cos \zeta = \frac{1}{2} (q - d\alpha) \cdot \sin \zeta;$$

woraus sich  $I$  findet, wenn entweder  $c = 0$  gemacht oder seiner Gröfse nach durch Beobachtungen im Horizonte erkannt ist.

Die von mir an diesem Instrumente in dieser Art angestellten Untersuchungen bestätigten a posteriori völlig den aus der Vollkommenheit der Arbeit oben gefolgerten Satz, daß der grösste Kreis senkrecht auf der zweiten Achse, nach gehörig berichtitem Instrumente, so nahe ein Verticalkreis ist, daß die Abweichung nie  $10''$  übersteigt. Diese Genauigkeit ist bekanntlich weit gröfser, als es zur Beobachtung der Distanzen vom Scheitelpunct selbst innerhalb eines Grades nöthig ist.

Wollte man dieser Untersuchung den höchsten Grad der Genauigkeit geben: so müfste der Azimutalkreis genauer getheilt und mit entgegengesetzten Vernieren versehen sein, oder derselbe nicht mit benutzt werden. Wenn man die Gesichtslinie zweier Fernröhre genau auf einander richtet, und nun die Gesichtslinie des Fernrohrs des Verticalkreises so berichtigt, daß, wenn sie mit der des einen Fernrohrs zusammenfällt, sie durch Drehung um die Horizontalachse auch auf die des zweiten Fernrohrs genau trifft (hier kann an die Stelle des einen der beiden Fern-

röhre ein entfernter terrestrischer Zielpunct treten): so ist die Gesichtslinie in völliger Richtigkeit gegen die wahre zweite Umdrehungsachse. Die wahre Neigung der Umdrehungsachse läßt sich nun auch ganz unabhängig von der so scharfen Berichtigung der Gesichtslinie finden, wenn man einen Quecksilberhorizont anwendet, und den Durchgang des Polarsterns im directen Bilde durch den einen, im reflectirten durch den andern verticalen Faden beobachtet. Ist nun die Zeit bekannt, die der Polarstern von einem Faden zum andern gebraucht hätte, welche man aus vorhergehenden und gleich nachfolgenden directen Beobachtungen folgern kann: so erhält man das Moment, wenn der Polarstern sowohl direct als reflectirt durch die Gesichtslinie gegangen ist. Aus dem Unterschied dieser Momente läßt sich die Neigung der Achse, wenn sie klein ist, sogleich ableiten, mit Hülfe der Winkelentfernung der Verticalfäden und der nahezu bekannten Zenithdistanz des Sterns. Es sein z. B. die Antritte an die Fäden folgende:

östlicher Faden:		westlicher Faden:	
direct	t	direct	t'
direct	$\tau$	reflectirt	$\tau'$
direct	T	direct	T'
		t' - t = f;	
		T' - T = F.	

Man interpolire aus f für die Zeit  $\frac{t+t'}{2}$  und aus F für  $\frac{T+T'}{2}$  geltend, ein  $\phi$  für die Zeit  $\frac{\tau+\tau'}{2}$  geltend, so ist  $\tau' - (\tau + \phi) = v$  die Zeit, um welche der Stern später reflectirt als direct in der Gesichtslinie ist. Ist nun E der Winkelabstand der Fäden, so ist  $\frac{v}{2\phi} \cdot E = e$  die Abweichung des größten Kreises des Instruments vom Verticalkreise am Orte des Sterns, und folglich die Neigung der Achse  $\frac{e}{\cos \zeta}$ , positiv, wenn die westlichere Seite höher, wobei  $\zeta$  die Zenithdistanz des Polaris für das Moment  $\frac{\tau+\tau'}{2}$  ist.

Endlich gehört noch zur Berichtigung des Instruments die gehörige Stellung des verticalen Aufsuchungskreises und des Azimutalkreises, so dafs sie Zenithdistanzen und Azimute auf 1' genau angeben. Mißt man die doppelte Zenithdistanz irgend eines terrestrischen Objects, so läßt sich hiernach der Index des verticalen Aufsuchungskreises verstellen. Um den Azimutalkreis zu orientiren und richtig zu stellen durch eine Drehung nach gelöfster Klemmschraube e, Fig. 1 und 2, muß das Azimut eines terrestrischen Objects bekannt sein. Entweder kennt man dies anderweitig, oder behandelt das Instrument, wie ein Passageninstrument. Nimmt man an, dafs die Sternzeit dem Beobachter schon bekannt ist, so giebt ein jeder Durchgang des Polarsterns durch die verticale Gesichtslinie die Correction des Index des Azimutalkreises, und folglich, wenn damit die Be-



## INSTRUMENTE. MITAUER VERTICALKREIS.

obachtung eines terrestrischen Objects verbunden ist, das Azimut dieses letzten, nach welchem der gelösete Kreis verstellt werden kann. Beobachtet man den Durchgang zweier bekannten Sterne durch den Vertical des Instruments, so giebt die Vergleichung der Zwischenzeit in Sternzeit  $\tau$  mit dem Unterschied der  $AR = \alpha$  auf bekannte Weise das Azimut dieses Verticals.

## DER DORPATER VERTICALKREIS VON REICHENBACH UND ERTEL.

Dieser Kreis, der im Jahre 1822 aus der Werkstatt von Reichenbach und Ertel kam, bedarf keiner ausführlichen Beschreibung, da er im allgemeinen dem Mitauer Kreise gleicht. Alle Theile sind von derselben Dimension, aber hier am Dorpater Instrumente ist alles von Messing, was sich am Mitauer von Glockenmetall findet. Nur in zwei Rücksichten ist ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Instrumenten. Die Hemmung des Limbuskreises gegen die Trommel ist beim Dorpater Kreise von der Peripherie ausgehend, welche von einer Klemme umfaßt wird, die durch eine Mikrometerschraube mit der Trommel verbunden ist. Dagegen sitzt die Libelle mit einer eigenen Büchse mit Druckschraube und Mikrometerschraube auf dem Centro des Limbuskreises, ebenso wie am Universalinstrument. (Siehe Tafel IV. und V.). Das entgegengesetzte ist am Mitauer Kreise, wo die Libelle an die Peripherie angeklemt ist, die Hemmung aber durch einen vom Centro ausgehenden Arm geschieht. Offenbar ist diese von mir dem Künstler für den Mitauer Kreis vorgeschlagene Verbindung des Limbuskreises mit der Libelle und der Trommel die vorzüglichere, weil jede Verstellung unmittelbar von der Libelle angezeigt wird, und die Hemmung keine Biegung der Speichen erzeugt. Oeffnung des Fernrohrs, Vergrößerung, ebenso Einrichtung der Netzes und alle Berichtigungen sind dieselben, wie am anderen Instrumente. Die Fußschrauben ließ ich auch für dies Instrument eintheilen und mit einem Index versehen. Der Bogen Werth eines Umganges der Fußschrauben, für das Perpendikel von einem Fuß auf die Verbindungslinie der beiden andern als Radius, ist an diesem Instrumente 284". Ich bestimmte ihn nicht durch die Dimensionen, wie am andern Kreise, sondern durch wiederholte Messung der einer Umdrehung der Fußschrauben entsprechenden Veränderung der Gesichtslinie in der Verticalebene durch den



genannten Radius, mittelst eines terrestrischen Objects und der Eintheilung des Kreises. Damit fanden sich für die Libelle des Limbuskreises folgende Bestimmungen des Werthes jeder eine Linie grossen Eintheilung.

1825.	13. Juli in Dorpat	Länge der Bl.	=	23,5t; t = 2,04.
—	3. Juni	— — — —		15,0t; t = 2,46.
1826.	27. Mai in Jacobstadt	— —		35,0t; t = 1,79.
—	3. —	— — — —		13,8t; t = 2,25.
—	13. August in Hochland	— —		15,7t; t = 2,46.
1827.	15. Juli in Dorpat	— — —		24,5t; t = 2,11.

Hieraus findet sich, indem ich das Mittel für die nahezu gleichen Längen der Blase nehme, für  $\frac{1}{2} t = \tau$ , oder ein Halbtheil:

Länge der Blase	=	14,8t; $\tau = 1,145$ .
— — —		24,0t; $\tau = 1,037$ .
— — —		35,0t; $\tau = 0,895$ .

Hiernach ergibt sich folgende:

Tafel des Werths eines Halbtheils auf der Libelle des Dorpater Kreises.

Länge der Blase.	Ein Halbtheil $\tau =$	Länge der Blase.	Ein Halbtheil $\tau =$
t		t	
14	1,15	26	1,01
15	1,14	27	1,00
16	1,13	28	0,99
17	1,12	29	0,97
18	1,11	30	0,96
19	1,09	31	0,95
20	1,08	32	0,93
21	1,07	33	0,92
22	1,06	34	0,91
23	1,05	35	0,90
24	1,04	36	0,88
25	1,02	37	0,87

## DAS UNIVERSALINSTRUMENT VON REICHENBACH UND ERTEL.

## BESCHREIBUNG.

Der Zweck des Instruments ist sowohl horizontale als verticale Winkel zu messen und zugleich ein Passageninstrument abzugeben, ohne daß an der Einrichtung oder Aufstellung des Instruments etwas geändert wird. Diesem seinem Zwecke entspricht das Instrument vollkommen, und verdient daher den ihm von seinem berühmten Erfinder gegebenen Namen. Es ist für alle rein geodästischen Operationen ein höchst vollkommener Apparat, und eignet sich überdies zu den genauesten Azimutalbeobachtungen, zur Zeit- und Breitenbestimmung und zur Erreichung aller der Zwecke, die ein Passageninstrument gewähren kann. Bei allem dem ist das Instrument sehr transportabel. Sein dem ersten Anscheine nach verwickelter Bau ist einfach und ausgezeichnet fest, und nur deswegen aus so vielen Nebentheilen bestehend, damit jeder Haupttheil für seinen Zweck in größter Vollkommenheit wirke. Jede nachtheilige Biegung, jede hinderliche Friction, sind aufgehoben. Das Instrument empfing ich in München im Jahre 1820 aus Reichenbachs Händen. Späterhin nahm ich in Dorpat einige nicht unwesentliche Veränderungen mit demselben vor. Zeichnung und Beschreibung beziehen sich auf das so veränderte Instrument. Worin diese Veränderungen bestanden, wird unten angegeben.

Tafel IV. und V. stellen das Instrument in halber natürlicher Gröfse dar. Nennt man Tafel IV. eine Projection desselben auf den ersten Vertical, wobei das obere Fernrohr sich im Meridiane bewegt; so ist Tafel V. die Projection desselben auf einen Vertical, der  $30^\circ$  vom Süden nach Osten absteht, nachdem das obere Fernrohr in diesen Vertical hineingebracht, also um  $30^\circ$  verstellt worden, das untere Fernrohr aber um  $150^\circ$  in entgegengesetzter Richtung verrückt ist. In Tafel IV. ist das obere Fernrohr nach dem Scheitelpuncte gerichtet, in Tafel V. weicht es um  $30^\circ$  von demselben ab nach Süden.

Das Universalinstrument besteht aus einem starken Dreifusse, durch welchen eine stählerne Verticalachse durchgeht. Diese trägt den horizontalen Vernierkreis. Der Limbuskreis sitzt mit seiner Büchse um diese Achse, und wird nicht gegen den Vernierkreis, sondern gegen den Dreifuß gehemmt. Am Limbuskreise ist das Versicherungsfernrohr. Beide Kreise sind ganz frei an der Peripherie. Der Vernierkreis trägt zwei Säulen, welche die Unterlagen des Obertheils abgeben. Dieses ist

ein kleiner Meridiankreis. Eine horizontale Achse trägt in der Mitte das so gebrochne Fernrohr, dafs das Ocular in die Achse selbst gebracht worden, am einen Ende die verticalen Kreise, der Theilung und der Verniere, am andern den zugleich als Gegengewicht dienenden Aufsuchekreis.

Drei Stellschrauben a, welche durch den Dreifuß A durchgehen, sind auf ihren Platten b die Ruhepunkte des Instruments. Der Kopf des Dreifußes trägt eine mit 6 Schrauben befestigte Scheibe B. Im innern ist der Kopf zu einer konischen oben etwas hervorragenden Büchse für die Verticalachse ausgearbeitet. Diese Verticalachse von Stahl C läuft mit ihrem oberen konischen Theile in der erwähnten Büchse, mit ihrem untern cylindrischen Ende in einer Federbüchse des untern Theiles des Dreifußes (wie beim Verticalkreise, Tafel VIII. Fig. 4 und 5). Auf Tafel IV. ist bei d die Verbindung der Feder mit der unteren Fläche des Dreifußes zu sehen. Oberhalb der Stelle, wo die Verticalachse in der konischen Büchse des Dreifußes läuft, geht dieselbe wiederum cylindrisch fort, und trägt zuletzt den horizontalen Vernierkreis D. Zwischen der obern Büchse und dem Vernierkreise wird aber die Achse von der Büchse des Limbuskreises E umschlossen. Dieser erhält seine feste Lage, indem er von einer runden Stahlfeder, welche auf dem Obertheil des Dreifußes sitzt, nach oben gedrückt wird.

Die Verticalachse selbst, nebst allem was darauf ruht, wird von der dreiarmigen Feder e unterhalb des Dreifußes unterstützt. Die Schrauben f verändern die Spannung dieser Feder. Ihr Zweck ist die Friction der Verticalachse in der obern konischen Büchse aufzuheben, welche ohne dies wegen der bedeutenden Last des Instruments sehr groß sein würde.

Oberhalb der untern cylindrischen Büchse im Dreifuße sitzt der kleine Azimutalkreis g an der Verticalachse. Sein Vernier h giebt einzelne Minuten an. Dieser Kreis dient zur Hemmung der Verticalachse durch Klemme und eine Mikrometerschraube, welche sich gegen den Dreifuß stützt. Oberhalb des Azimutalkreises wird die Verticalachse von dem Doppelarm i umschlossen, der durch die Druckschraube c an die Achse fest gemacht wird. Er bildet die bekannte Vorrichtung, die Verticalachse schnell um genau  $180^\circ$  zu drehen, wenn das eine Mal die eine Fläche des Doppelarms, das andere Mal nach Schließung der Druckschraube das Ende der Schraube k an den im Dreifuß sitzenden Stift l, Tafel V., anschlägt.

Auf der Büchse des Limbuskreises sitzt nach unten der Doppelarm F, und dient zur Hemmung des Limbuskreises gegen den Dreifuß. m und n sind die hier-

zu dienende Klemme und Mikrometerschraube. Diese können nach Belieben an die entgegengesetzte Seite des Armes versetzt werden. Aeußerlich hat die Büchse des Limbuskreises einen Falz. Dieser wird von der aus zwei Hälften bestehenden Doppelbüchse G des untern Fernrohrs H umgeben. Für letzteres ist der Ansatz o ein Gegengewicht, p und q sind Druck- und Mikrometerschraube. Um einen kurzen horizontalen Zapfen hat das untere Fernrohr die erforderliche kleine Verticalbewegung. Da es Versicherungsfernrohr des Limbuskreises ist, so hat es ein einfaches rechtwinklichtes Kreuz von Spinnfäden im Focus. Für die Stellung desselben sind die nöthigen Vorkehrungen. Die Schrauben r bewegen das ganze Ocularrohr um die Achse des Fernrohrs und geben daher dem Verticalfaden die richtige Stellung gegen den Horizont. Die Focallänge des untern Fernrohrs ist  $16\frac{1}{2}$  Zoll, seine Oeffnung 16 Linien, seine Vergrößerung eine 32fache.

Der äußere Durchmesser des horizontalen Limbuskreises ist 14 Zoll, der der Theilung 13 Zoll. Die Theilung geht von 5' zu 5', die vier Verniere geben jeder 4'' an. Die einzelne Secunde kann an jedem geschätzt werden. s sind die bekannten Illuminatoren. Der Loupenträger für den Horizontalkreis dreht sich sehr leicht oberhalb des Vernierkreises und trägt zwei einfache Linsen von 11 Linien Focallänge.

Zwei Lagerträger I sind auf die Peripherie des Vernierkreises aufgeschraubt. Auf ihnen ruhen die beiden Lager t des Obertheils, von denen das eine fest aufsitzt, das andere Correctionsschrauben in verticalem Sinne hat. Die inneren Oberflächen der Lager sind etwas abgerundet; der Winkel der geneigten Flächen ist  $60^\circ$ . Der Obertheil des Instruments besteht aus der horizontalen Achse K, dem Fernrohr L, und den auf der Achse sitzenden Verticalkreisen. Der Körper der Achse von Glockenmetall läuft in zwei stählerne Cylinder aus, deren Ruhepunkte in den beiden Lagern um  $11\frac{1}{2}$  Zoll auseinander sind.

Die Objectivhälfte des Fernrohrs L ist auf den Cubus in der Mitte der Achse geschraubt und wird durch die beiden Gegengewichte M aequilibrirt und gegen Biegung geschützt. Innerhalb des hohlen Cubus befindet sich ein als Spiegel wirkendes belegtes Prisma, welches die Lichtstrahlen nach dem auf dem einen Ende der Achse aufsitzenden Ocular w hinwirft. Die Achse ist nemlich ihrer Länge nach durchbohrt. Die Hülse des Oculars paßt auf die hervorragende Verlängerung der Achse; eine andere Hülse paßt in die hohle Achse hinein und trägt die in dieselbe eingeschraubte Platte des Fadennetzes. Diese Platte ist mit einem Arme versehen, durch welchen das Netz mitsammt der ganzen Hülse gegen den auf die

Achse aufgeschraubten Ansatz  $x$  durch zwei in entgegengesetztem Sinne wirkende Schrauben gehemmt, und in seiner Stellung gegen den Horizont berichtigt werden kann. Das von mir gebrauchte Fadennetz besteht aus zwei verticalen Fäden, in deren Mitte das Object gestellt wird, wenn horizontale Winkel gemessen werden. Das Intervall derselben war zu verschiedenen Zeiten verschieden, da das Netz mehrere Male geändert ward, zwischen 20" und 36" im Lichten. Ein einzelner Horizontalfaden durchschnitt die verticalen. Von ihm wurden die irdischen Objecte, deren Zenithdistanz ich bestimmte, durchschnitten. Der Durchmesser des Objectivs ist 21 Linien, seine Focalweite 18 Zoll; die beiden Oculare vergrößern 60 und 36 Mal. Alle Beobachtungen ohne Ausnahme sind mit der stärkern 60fachen Vergrößerung gemacht. Die optische Kraft ist eine solche, daß ich den Begleiter von  $\alpha$  Herculis gleich nach Sonnenuntergang sehr wohl erkennen konnte. Merkwürdig, daß ein so kleines Fernrohr darin so viel leistet, wie das an Piazzis großem Kreise von Ramsden. Siehe *Piazzi catalogus stellarum inerrantium* Pag. 123. Die Befestigung des Prismas sieht man in den beiden Nebenfiguren N und O, Tafel IV. N ist der Durchschnitt des Cubus und des Prismas  $y$ , senkrecht auf die Horizontalachse; O ist der Durchschnitt des Prismas  $y$  und seines messingnen Trägers  $z$  in der Ebene durch die horizontale Achse und die des Objectivrohrs. Die untere Fläche des Trägers  $z$  ruht auf einer stählernen Platte, welche von den 3 Schrauben  $\alpha$ , die durch den Cubus durchgehen, getragen wird, während eine starke mittlere Schraube  $\beta$  durch die stählerne Platte durchgeht und ihr Gewinde im Körper des Trägers hat, und wenn sie angezogen wird, die ganze Vorrichtung feststellt. Von den 3 Schrauben  $\alpha$  sind zwei in der Figur N zu sehen. Die Seitenschrauben  $\gamma$  geben dem Träger eine drehende Bewegung um die Achse der Schraube  $\beta$  auf der Oberfläche der stählernen Platte. Auch in der Hauptfigur sind die Schrauben  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  zu sehen. Die Beleuchtung der Fäden geschieht durch einen auf das Objectiv aufgesteckten Ring, der einen kleinen elliptischen Illuminator trägt.

Auf der dem Ocular entgegengesetzten Seite der Horizontalachse sitzt der verticale Limbuskreis P fest aufgeschraubt. Sein äußerer Durchmesser ist  $11\frac{1}{2}$  Zoll, der der Theilung 11 Zoll. Die Theilung ist wie am Horizontalkreise zu 5' und 4". Die Büchse des Vernierkreises Q umschließt den hier konisch geformten stählernen Theil der Achse zwischen dem Limbuskreis und den Lagern. Eine Feder  $d$  drückt die Büchse des Vernierkreises gegen die Achse. Sie ist wieder umschlossen von der Doppelbüchse des Libellenträgers, welche durch die Druckschraube  $\zeta$  festgesetzt

wird, während die Mikrometerschraube  $\eta$  zur feineren Einstellung dient.  $\xi$  ist ein Gegengewicht für die Mikrometerschraube. Wie das Messingrohr der Libelle mit dem Träger verbunden ist, sieht man aus der Zeichnung. Die Hemmung der beiden Kreise gegen einander geschieht an der Peripherie durch die Klemme  $\theta$  und Schraube  $\lambda$ . An der Ocularseite der Achse sitzt der schwere Aufsuchekreis R, der zugleich als Gegengewicht für die gegenüber befindlichen Theile dient, so daß der Schwerpunkt des ganzen Obertheils in den Durchschnitt der beiden Hauptachsen fällt. An diesem Kreise K geschieht die Hemmung der Horizontalachse durch die Klemme  $\mu$  und Schraube  $\pi$ . Der Kreis ist in  $10'$  getheilt, der am Arme  $\rho$  befindliche Vernier giebt  $10''$  an. Dieser hat die nöthigen Correctionsschrauben, um mit der zum Auffinden erforderlichen Genauigkeit die Zenithdistanzen anzugeben.

Die Lager der Horizontalachse sind durch Deckel geschlossen, mit welchen zwei senkrecht stehende Gabeln  $\sigma$  verbunden sind. Von diesen wird die Stehlibelle  $\phi$  gehalten, wie Tafel V. zeigt, während sie in Tafel IV. ausgelassen ist. Sie ruht mit ihren Füßen  $\chi$  auf der Achse. Die Fassung der Glasröhre in einem hohlen messingnen Cylinder ist wie bei der Hängelibelle des Verticalkreises mit Feder und Schrauben.

Eine bedeutende Last ruht im ganzen Obertheile auf den Lagern. Durch diese, so wie durch die Last der Lagerträger I selbst müßte die Form des Vernierkreises sich ändern, wenn hier nicht der Biegung entgegengewirkt wäre. Eine Messingfeder  $\psi$  hebt die Last der Lagerträger I nebst den Lagern  $t$  für sich genommen, und versetzt sie auf die Verticalachse. Eine starke Stahlfeder  $\omega$  trägt zwei Stützen  $a'$ , die in Frictionsrollen  $b'$  auslaufen und die Horizontalachse K selbst unterstützen. Durch die Schrauben  $c'$  kann die Tragkraft der Feder geändert werden. So ist die Last des ganzen Obertheils ebenfalls auf die Verticalachse versetzt, und also jede Biegung des Vernierkreises verhindert, und der Abnutzung der stählernen Cylinder der Achse vorgebeugt.

Zum Fortbringen wird das Instrument in zwei Kasten verpackt, wovon einer den Obertheil, d. h. alles was mit der Horizontalachse verbunden ist, enthält, der andere den Untertheil. Um den Obertheil aus seinen Ruhepunkten im Kasten auszuheben und auf die Lager  $t$  des Instruments zu legen, dient ein eiserner Bügel, welcher unter die Achse K, innerhalb der Verticalkreise, greift und eine sehr bequeme Handhabe abgiebt.

Die Scheiben der Fußschrauben  $a$  sind auch hier in 100 Theile getheilt. Die Entfernung derselben von einander ist 0,3030 Mètre, ein Schraubenumgang ward =

0,0004977 Mètre gefunden, genau so groß wie für den Mitauer Verticalkreis. Siehe Seite 19. Hieraus ergibt sich ein Umgang =  $391,2$ , als Grundlage für die Bestimmung der Werthe der Libellen für dieses Instrument.

Für die Stehlibelle der Horizontalachse erhielt ich 1824 folgende Bestimmungen:

1824.	30. April in Dorpat.	Länge der Blase =	$34,0t$ ;	$t = 2,90$
—	17. Juni — — — —		$37,6t$ ;	$t = 2,98$
				Mittel $t = 2,94$ ; $\tau = 1,47$ .

Dieser Werth von  $\tau$  ist bei den Azimutalbeobachtungen in Dorpat 1824 anzuwenden, für welche die mittlere Länge der Blase  $37,1t$  zwischen den obigen liegt. Diese Glasröhre ward in Kreutzburg in demselben Jahre zerbrochen. Ich setzte sogleich eine neue ein, welche nachher unverändert blieb. Für diese ergab sich:

1825.	im Mai in Dorpat.	Länge der Blase =	$41,8t$ ;	$t = 2,48$
1826.	12 Juni in Jacobstadt — — —		$49,1t$ ;	$t = 2,79$
1826.	28. August in Hochland — — —		$26,9t$ ;	$t = 2,66$
1827.	12. August in Dorpat — — —		$37,1t$ ;	$t = 2,61$

Hieraus findet sich nach der Methode der kleinsten Quadrate für die Länge der Blase =  $xt$ ;  $t = 2,635 - 0,0121 (x - 31,2)$ , und somit, wenn  $\tau = \frac{1}{2} t$  wie früher:

Länge der Blase	$20t$ ;	$\tau = 1,385$
— —	$30t$ ;	$\tau = 1,325$
— —	$40t$ ;	$\tau = 1,264$
— —	$50t$ ;	$\tau = 1,203$

Für die Libelle am verticalen Vernierkreise Q fand ich aus drei verschiedenen Bestimmungen im Mittel für eine Länge der Blase von  $36,3t$  den Werth  $t = 1,912$ , also  $\tau = 0,956$ , ohne irgend erhebliche Veränderung bei verschiedener Länge der Blase.

Die an dem Instrumente, wie es jetzt beschrieben ist, befindlichen Veränderungen, welche ich im Winter von 1823 auf 1824 anbringen liefs, (siehe Seite 6) sind folgende. Früher waren der horizontale Limbuskreis und Alhidadenkreis an ihren Peripherien gegeneinander durch Klemme und Mikrometerschraube gehemmt, so dafs wenn eine Drehung um die Verticalachse geschah, der Limbuskreis nebst dem untern Fernrohr daran theilnahm. Diese Hemmung verwarf ich, führte statt ihrer die Hemmung des Limbuskreises vom Centro gegen den Dreifuß aus, und liefs zu dem Ende den Doppelarm F, die Scheibe B und die Klemme m machen, zwischen welchen die frühere Schraube n wieder als Verbindung angebracht ward. Um fer-



ner bei den Beobachtungen des Polarsterns für die Bestimmung des Azimuts die Stehlibelle immer auf der Achse lassen zu können, verlängerte ich die Füße derselben, und setzte die Gabeln  $\sigma$  statt der früheren Lagerdeckel auf. Früher mußte die Stehlibelle durch die Speichen durchgeschoben werden, wenn sie auf die Achse kommen sollte, und man war daher im Gebrauche der Libelle sehr beengt, so daß sie bei den Beobachtungen in der Regel abgenommen werden mußte. Endlich ist die Eintheilung der Fußschrauben und die Anbringung der Zeiger dafür hiesige Zugabe, wie bei den andern Winkelmessern.

#### BERICHTIGUNG.

Die Berichtigung des Achsensystems dieses Instruments läßt sich mit der größten Schärfe ausführen. Die senkrechte Stellung der ersten Achse geschieht durch die Stehlibelle  $\phi$ , Tafel V., wobei wieder die Eintheilung der Fußschrauben die erste Annäherung erleichtert. Siehe Seite 24. Ist die erste Achse genau senkrecht, so muß die zweite durch Umstellung der Libelle auf den Zapfen genau horizontal gemacht werden, indem man die Stellschrauben an dem einen beweglichen Lager anwendet. Auch hier überheben die Fußschrauben für die erste Annäherung der Hin- und Herversuche. Ist diese Correction nahezu gemacht, so ist es wesentlich den Parallelismus der gläsernen Libellenröhre mit der Umdrehungsachse des Instruments auch im Azimute zu erlangen, durch Anwendung der horizontalen Correctionsschraube an  $\phi$ , welche in Tafel V. zu sehen ist. Man nimmt beide Gabelstützen  $\sigma$  ab, und kann dann der Ebene durch die Achse des Instruments und den höchsten Mittelpunkt der Libellenröhre verschiedene Neigungen gegen die Verticallinie geben. Wenn bei allen diesen Neigungen die Blase ihre Stellung nicht ändert, so ist die Correction geschehen. Erst nach dieser Correction kann die Horizontalachse des Instruments mit völliger Schärfe berichtigt oder deren Neigung bestimmt werden. Leicht wird man bei einer festen Aufstellung des Instruments die Verticalachse bis auf einen Bruch der Secunde berichtigen. Mit mehr Mühe gelingt es alsdann die zweite Achse ebenso genau horizontal zu stellen. Doch ist dies erreicht, so ist die Beständigkeit des Instruments eine solche, daß der Winkel der Achsen während der ganzen Gradmessung sich kaum 2" geändert hat. Wo die kleinste Neigung der Horizontalachse in Betracht kommt, wird man dieselbe am besten jedesmal unmittelbar durch die Stehlibelle beobachten.

Jede Berichtigung eines horizontalen Cylinders durch eine Hängelibelle oder Steh-



libelle bezieht sich auf eine Linie, welche so durch den Cylinder durchgeht, daß sie die beiden Chorden zwischen den Berührungspuncten mit jedem Fufse der Libelle halbirt. Diese Linie wird nur alsdann mit der Umdrehungsachse parallel sein, wenn erstlich der Cylinder in den beiden Berührungsstellen von gleichem Durchmesser ist, wenn an jedem Libellen-Fufse derselbe Winkel der Berührungsflächen sich findet, und drittens, wenn diese beiden Winkel parallel unter einander sind. Durch die Umsetzung der Libelle kommt man auf zwei Linien, zwischen welche eine mittlere als die eigentlich nivellirte anzusehen ist, an welcher also alle andere Ursachen der Abweichung vom Parallelismus mit der Achse des Cylinders verschwunden sind, ausgenommen der ungleiche Durchmesser des Cylinders an den beiden Berührungsstellen. Ist diese Linie durch das Umsetzen vollkommen horizontal gemacht, so wird die eigentliche Cylinderachse auf der Seite höher sein, wo der kleinere Durchmesser ist. Legt man jetzt den Cylinder in seinen Lagern um, aber auf dieselben Berührungsstellen, so wird die nun von der Libelle untersuchte Linie nicht mehr horizontal sein, und in ihrer Abweichung den ungleichen Durchmesser der beiden Berührungsstellen zu erkennen geben. Die Einrichtung der Lager und Füße ist eine solche, daß der Winkel der Berührungsflächen von der Verticallinie halbirt wird. Nennt man diese Winkel  $2l$  und  $2f$ , die beiden Halbmesser des Cylinders an den Berührungsstellen  $r$  und  $r'$ ,  $u$  den Unterschied der durch die Libelle angegebenen Neigungen des Cylinders in seinen beiden Lagen in Secunden,  $L$  die Entfernung der Berührungsstellen des Cylinders mit den Lagern,  $F$  die Entfernung der beiden Füße der Libelle: so ist

$$u = 2 \frac{(r-r')}{\sin 1''} \left( \frac{1}{L \sin l} + \frac{1}{F \sin f} \right); \text{ folglich}$$

$$r-r' = \frac{1}{2} u \sin 1'' \cdot \frac{L \sin l \sin f}{L \sin l + F \sin f}$$

Bei vielen Instrumenten, so bei unsern, ist  $F$  etwas größer als  $L$ , weil die Libelle auf der äußern Fortsetzung der Zapfen steht. Vollkommener ist die neuere Einrichtung, nach welcher die Berührung der Füße und Lager in demselben Kreise auf dem Cylinder stattfindet, dann ist  $L = F$ , und man erhält

$$r-r' = \frac{1}{2} u \sin 1'' \cdot \frac{L \sin l \sin f}{\sin l + \sin f}$$

An unserm Instrumente soll eigentlich keine Umlegung der Achse vorgenommen werden. Sie ist indeß ausführbar, wenn man auf der einen Seite den Vernierträger  $\rho$ , Tafel IV., und die Klemme  $\mu$  abnimmt. Ich habe sie aber nie unternommen,

vorzüglich aus dem Grunde, weil es bei dem bedeutenden Gewichte des Obertheils ungewiss bleibt, ob nicht nach der Umlegung trotz der Federn eine etwas verschiedene Durchbiegung des den Obertheil tragenden horizontalen Vernierkreises stattfinden würde. Der Einfluss, den eine ungleiche Dicke der beiden Zapfen hat, ist der, dass, wenn die Libelle auch einen horizontalen Stand anzeigt, die Umdrehungsachse doch eine kleine Neigung hat, und der grösste Kreis der Gesichtslinie nicht ganz genau ein Verticalkreis ist. Ist zwischen zwei Objecten von verschiedener Zenithdistanz der horizontale Winkel zu bestimmen, so wird er wegen dieser Abweichung des grössten Kreises vom verticalen falsch gefunden. Wendet man aber das Instrument in zwei entgegengesetzten Lagen der Horizontalachse durch Umdrehung desselben um 180 um die Verticalachse an, so muss der mittlere horizontale Winkel fehlerfrei werden. Die Uebereinstimmung der Azimute eines terrestrischen Objects aus den Vergleichen mit dem Polarstern in beiden Lagen der Achse giebt daher eine scharfe Prüfung der Gleichheit der Durchmesser der Zapfen. Die Beobachtungen der Gradmessung werden zeigen, wie genügend diese Untersuchung für unser Instrument ausfällt.

Ich gehe jetzt zur Berichtigung des obern Fernrohrs und dessen Gesichtslinie. Das Fadennetz wird in den Focus gebracht wie beim Verticalkreise, und dann mit den in der Zeichnung sichtbaren Schrauben gegen den Ansatz  $x$  befestigt. Durch dieselben Schrauben kann dem ganzen Netze eine drehende Bewegung gegeben werden, und, wenn der Hauptzweck des Instruments die Beobachtung horizontaler Winkel ist, den Verticalfäden genau die Stellung gegeben werden, dass durch Drehung um die Horizontalachse ein Object beständig in der Mitte der Verticalfäden bleibt. Die Gesichtslinie ist die Linie, die vom Centro des Objectivs durch den Reflex des im Cubus befindlichen Prismas in die Mitte der Verticalfäden auf den Horizontalfaden trifft. Denkt man sich durch die Achse des Objectivrohrs und durch die horizontale Achse eine Ebene gelegt, so muss die spiegelnde Fläche des Prismas auf dieser Ebene senkrecht, und so gedreht sein, dass die oben angegebene Gesichtslinie in ihrer dem Objective zugekehrten Hälfte mit der Horizontalachse einen Winkel von  $90^\circ$  macht. Die senkrechte Stellung der spiegelnden Fläche wird durch die Stellschrauben  $\gamma$  erreicht, und lässt sich durch die Vollkommenheit des im Focus erzeugten Bildes beurtheilen, in welchem eine Neigung der Spiegelfläche eine kleine Distorsion erzeugen muss, weil alsdann der mittlere Strahl schon nicht senkrecht auf die beiden Vorderflächen des Prismas trifft, und die anderen Strahlen nicht unter gleichförmig umherliegenden Neigungen durchgehen. Wenn daher durch

die Schrauben  $\alpha$  und  $\beta$  die spiegelnde Fläche so gelegt ist, daß nach Umlegung der Achse die Gesichtslinie nach demselben Punkte hinzeigt, so drehe man die Fläche durch die beiden Schrauben  $\gamma$ , so daß das Bild eines hellen Sterns den höchsten Grad der Praecision darbietet, und wiederhole dann noch ein Mal die Correction der Gesichtslinie durch die Schrauben  $\alpha$  und  $\beta$ . Anstatt der unbequemen Umlegung untersuche man den Winkel der Gesichtslinie mit der Achse mittelst der Ablesungen am horizontalen Limbuskreise, wenn das Fernrohr bei entgegengesetzten Stellungen der Horizontalachse, die durch Umdrehung um  $180^\circ$  um die Verticalachse erlangt worden, nach demselben Objecte im Horizonte gerichtet ist. Hier kann der Fehler der Gesichtslinie mit derjenigen Genauigkeit bestimmt werden, welche die Ablesung gewährt, d. h. innerhalb der Raumsecunde, wie wir später unten sehen werden. Es ist klar, daß man den Fehler der Gesichtslinie ebenso gut durch den Polarstern erkennen kann, wenn man die Sternzeiten der Durchgänge des Polaris durch die Gesichtslinie in beiden Lagen notirt, und die Ablesungen um die Veränderungen des Azimuts des Sterns corrigirt. Man sieht, daß sich hier der Fehler der Gesichtslinie mit der ungleichen Dicke der Zapfen vereinigt, so wie mit einer etwaigen Veränderlichkeit der Gesichtslinie im Azimut, die von der Zenithdistanz abhängig ist und Durchbiegung der horizontalen Achse genannt werden kann.

Das untere Fadennetz ist berichtigt, wenn der eine Faden genau vertical steht, welches durch die 2 Schrauben r bewirkt wird. Da das untere Fernrohr oft nach einer nicht sehr entfernten Marke gerichtet wird, so ist das Ocularrohr auszuziehen, und die Berichtigung, daß Bild und Netz an einen Ort fallen, muß jedesmal mit Sorgfalt gemacht werden.

## DER ASTRONOMISCHE THEODOLIT VON REICHENBACH UND ERTEL.

### BESCHREIBUNG.

Tab. IX. stellt den astronomischen Theodoliten in der Aufstellung für Verticalwinkel dar. Ist Fig. 1 die Projection des im Meridian aufgestellten Instruments auf diese Ebene: so ist Fig. 2 die Projection desselben auf die Ebene des ersten Verticals. Der Maßstab ist  $\frac{1}{2}$  der natürlichen Größe.

Drei Stellschrauben bilden mit den 3 Armen von Messing, durch welche sie

durchgehen, den Dreifuß A, auf welchem das Instrument ruht. Über diesem Dreifuß erhebt sich der hohle abgestumpfte Kegel B. Durch diesen Kegel, so wie durch das Centrum des Dreifußes geht eine stählerne Achse durch, um welche das ganze seine verticale Bewegung hat. Diese Achse ist wie am Verticalkreise gearbeitet, und hat in dem obern Ende des Kegels eine konische Büchse, im Centro des Dreifußes eine cylindrische, die wie am Verticalkreise mit einer Druckfeder versehen ist, um das schlottern aufzuheben. Um die Friction dieser Verticalachse im obern konischen Lager zu vermindern, ruht dieselbe unten auf der dreiarmigen Feder a. Oberhalb dieser Feder ist ein Doppelarm b an die Achse anzuziehen, vermittelt eines auf die Klemmschraube c aufzusetzenden Schlüssels. Durch diesen Arm geht eine Schraube d durch, und bildet so die schon Seite 33 erwähnte Vorrichtung, um die Achse des Instruments genau um  $180^\circ$  zu drehen, wenn, nach Schließung der Schraube c, ein Mal die eine Fläche des Doppelarms, das andere Mal das Ende der Schraube d an einen im Dreifuß fest sitzenden Stift anschlägt. Auf die verticale Achse ist das Parallelepipedon C aufgeschraubt, durch welches die Horizontalachsen der beiden Kreise, des Gradbogen und der Verniere durchgehen. Die Verticalachse geht nemlich oben in eine starke Platte von Glockenmetall D, Fig. 3, aus. Die zwei Schrauben f, Fig. 2, gehen durch dieser Platte Oeffnungen  $\phi$ , Fig. 3, durch, und verbinden dieselbe mit dem Parallelepipedo C. E ist ein Gegengewicht, welches gehörig verstellt werden kann auf einer eisernen Stange, die mit dem Rahmen g verbunden ist. Dieser umgibt die obere Platte der Achse in einigem Abstände, und dreht sich um 2 Schrauben h, die in die Platte eingehn. Der Rahmen trägt auf der dem Gewichte entgegengesetzten Seite eine Frictionsrolle k, die in einen Falz l an der Büchse des Limbuskreises eingreift, und vermittelt des Gegengewichts E den Schwerpunkt des Instruments in die Hauptverticalachse versetzt, auch die Bewegung des Limbuskreises um seine Achse erleichtert. Der Rahmen g ist nach der Stange zu, die das Gegengewicht trägt, ausgeschweift, um eine freie Beobachtung des Verniers m durch die Loupe n zu gewähren. Dieser Vernier läuft über einer silbernen Theilung auf der horizontalen Platte o. Der Gradbogen giebt unmittelbar  $15'$  an, der Vernier  $1'$ . Die Hemmung des ganzen Instruments im Azimute geschieht durch die in der Richtung eines Radius wirkende Schraube p, die durch einen Ring q durchgeht. Dieser Ring ist mit einem Arm r versehen, der durch die Mikrometerschraube s den Ring mit dem Rahmen g der Verticalachse in Verbindung setzt. Das Lager der Kugel dieser Schraube  $\psi$  ist nemlich an den Rahmen g befestigt. Wenn die Schraube p geschlossen wird, ist

das Instrument im Azimute gehemmt. Oberhalb des Parallelepiped C befindet sich in einer messingnen Hülse t eine Libelle auf einer Platte, die mit den nöthigen Stellschrauben versehen ist. Durch diese wird die Umdrehungsachse berichtigt.

Das Achsensystem der beiden Kreise, des Limbuskreises F und des Vernierkreises G, beide von Glockenmetall, ist ganz dem des Verticalkreises gleich. Eine einzige Feder  $\alpha$  zieht hier die stählerne Achse des Vernierkreises u gegen den konischen Ansatz v des Parallelepiped an, und folglich gleichzeitig die messingne Achse am Limbuskreise, welche die stählerne des Vernierkreises einschließt. Ein zweiter Ansatz geht vom Parallelepiped C nach der entgegengesetzten Seite, also den Kreisen zu. In diesen beiden konisch ausgearbeiteten Ansätzen läuft die Achse des Limbuskreises. Der zweite Ansatz ist von außen cylindrisch concentrisch abgedreht, und um ihn bewegt sich ein Arm w an seiner Hülse y. Gegen diesen Arm geschieht die Hemmung des Limbuskreises durch Klemme und Mikrometerschraube x. Die Hülse y hat einen zweiten kürzern Arm z, durch den eine Schraube  $\alpha$  durchgeht, die gegen eine Verlängerung des Parallelepiped  $\beta$  andrückt, und durch ihre Bewegung eine Verstellung des Limbuskreises gegen das Parallelepipedon erzeugt, welche dadurch sehr fein wird, daß eine gebogene Feder  $\gamma$ , die an den Arm z angeschraubt ist und auf den Stift  $\delta$  in der Verlängerung des Parallelepiped wirkt, beständig gegen  $\beta$  hinaufzieht. Die Drehung, die man hierdurch dem Kreise geben kann, ist durch die Länge der Schraube  $\alpha$  beschränkt. Diese Bewegung ist der Hülse y und den Kreisen gemeinschaftlich, während die durch die Schraube x eine relative der Kreise gegen die Hülse ist. Für Verticalwinkel sind beide gleich bedeutend, bei Horizontalwinkeln ist die letztere von der ersteren dadurch verschieden, daß nur bei der ersteren das Versicherungsfernrohr mit bewegt wird. Dieses Versicherungsfernrohr H, welches auf der Hülse y sitzt, und bei der dargestellten Lage des Instruments eine kleine Bewegung im horizontalen Sinne um einen verticalen Zapfen zuläßt, wird bei Verticalwinkeln nicht gebraucht, sondern nur bei den Horizontalwinkeln.

Die Hemmung des Vernierkreises gegen den Limbuskreis geschieht durch die Klemme und Micrometerschraube  $\zeta$ . Das Fernrohr I ist sehr stark von Metall und paßt mit einer an der innern Seite befindlichen Oeffnung auf einen hervorragenden Zapfen der Achse des Vernierkreises auf, so wie zugleich in zwei cylindrische halb zu öffnende Lager  $\eta$ , die mit dem Körper des Vernierkreises fest verbunden sind und durch Stifte  $\theta$  geschlossen werden. Das Fernrohr ist mit einem prismatischen Oculare versehen, so wie an der Objectivseite mit einem als Gegengewicht dienen-

den Ringe und Illuminator.  $\lambda$  sind die um die Achse beweglichen Loupen zur Ablesung. Eine wesentliche Zugabe zu diesem Instrumente ist die Libelle K, die unmittelbar an den Limbuskreis angeschraubt wird, und frei in ihren Lagern liegt. Diese Vorrichtung ist hier nach einer Angabe des Herrn Observator Preufs gemacht, der sie zuerst auf seiner Reise um die Welt an einem ähnlichen Instrumente anbrachte. Ihr Zweck ist ganz derselbe, wie der der Wasserwage M am Mitauer Kreise. Siehe Seite 18 und Tafel VI. und VII.

Der äußere Durchmesser des Gradbogenkreises ist 9 Zoll, der innere der Theilung 8 Zoll. Der Limbus giebt unmittelbar 10' an, jeder der 4 Verniere 10". Mit Übung liefert man an jedem Verniere auf 2" genau ab, und erreicht also durch 4 Verniere im Mittel die einzelne Secunde. Die Focallänge des Fernrohrs I ist 14 Zoll, die Oeffnung des Objectivs 13 Linien. Die Vergrößerung des prismatischen Oculars ist 26fach. Mit demselben sieht man bei günstiger Luft den Polarstern zu jeder Tageszeit. Die Vergrößerung eines zweiten umgebrochnen Oculars für die Beobachtung der Horizontalwinkel ist 25fach. Das zweite Fernrohr H hat 13 Zoll Focallänge und 15 Linien Oeffnung und vergrößert auch 25 Mal. Das Fadennetz des gebrochnen Oculars habe ich ganz wie am Verticalkreise eingerichtet. Zwei nähere Horizontalfäden fassen das zu beobachtende Gestirn in die Mitte, zwei entferntere verticale geben durch ihre Mitte die Ebene der Beobachtung an.

Für die Aufstellung des Instruments als Horizontalwinkelmesser ist folgendes zu bemerken. Nachdem die Wasserwage K und das Gegengewicht E abgenommen, die Schraube c am Arm b am untern Ende der Verticalachse gelöst, und die Mikrometerschraube s aus ihrem Lager  $\phi$  herausgenommen und also außer Verbindung mit der Verticalachse gesetzt worden, wird die Schraube, welche die Feder  $\omega$  am Ende der Horizontalachse spannt, nebst der Feder abgenommen, und statt derselben das Stück  $\mu$ , Fig. 5, mit seinem Gewinde in die innerhalb v befindliche Mutter eingeschraubt. Dieses Stück hat zwei kreisförmige Stahlfedern, deren eine durchbrochne bei horizontaler Stellung der Kreise die Achse des Limbuskreises, die andere die stählerne Achse des Vernierkreises unterstützt. Itzt wird die Verticalachse, nebst dem ganzen Obertheile des Instruments, aus ihrer Büchse im Kegel B und dem Dreifuß A herausgezogen, um die Lage der Kreise zu ändern; zum Herausziehen faßt man beim Parallelepiped C an. Nun legt man den abgezognen Theil so auf ein kleines schmales mit einem Loche versehenes Tischchen, dafs der Ansatz v in dies Loch hineinpaßt und die Kreise horizontal liegen, wobei die lange Verticalachse in eine horizontale Lage kommt, und der das Gegengewicht tragende



Arm nebst seinem Rahmen neben dem Tischchen frei herunterhängt. Jetzt kann man die Schrauben *f* mit einem Schlüssel lösen, und dann die lange Achse mit ihrer Platte und dem Rahmen auf ein Mal von dem Parrallelepipedum trennen, und bei Seite legen. Hierauf läßt sich das Parallelepipedum so auf die Scheibe *o* an der Oberfläche des Kegels *B* legen, daß der Ansatz *v* in die Oeffnung hineingeht, durch welche früher die Verticalachse durchging. Es wird in dieser Lage durch dieselben Schrauben *f*, die durch die Platte *o* durchgehen, mit dieser fest verbunden, so daß nun die Kreise horizontal stehen. Dann wird das prismatische Ocular vom Fernrohr abgezogen, und das Fernrohr aus seinen bisherigen Lagern genommen und mit dem Gewinde bei  $\xi$  in die Mutter der Horizontalachse *L*, Fig. 4, eingeschraubt und hierauf das gerade Ocular eingesetzt. Diese Horizontalachse ist von Glockenmetall und endigt sich in zwei stählernen cylindrischen Zapfen. Diese Zapfen passen in die Lager *v*, welche an den beiden Stützen *g* sich befinden, die mit dem Körper des Vernierkreises fest verbunden sind. Von diesen Lagern hat eins Correctionsschrauben in verticalem Sinne  $\alpha$ . Die Lager werden durch die Deckel *o* geschlossen, und somit ist das Instrument für Horizontalmessungen aufgestellt. Das Fadenkreuz für die Horizontalwinkel habe ich aus zwei Fäden, die sich unter  $20^\circ$  durchschneiden, gemacht, indessen kann auch ein ähnliches Fadennetz wie beim Universalinstrument mit Vortheil gebraucht werden. Die Zapfen der Achse ragen etwas nach außen hervor, um eine Stehlibelle tragen zu können zur Berichtigung derselben. Diese Wasserwage ist nicht dargestellt.

#### BERICHTIGUNG DES THEODOLITEN FÜR MESSUNG SENKRECHTER WINKEL.

Berichtigung der Verticalachse. Diese geschieht durch Umdrehung des Instruments um dieselbe und durch die Wasserwage *t* auf die bekannte Weise.

Berichtigung des Fernrohrs. Man stelle das Netz genau in den Focus des Oculars, indem man das Röhrchen, welches das Netz trägt, durch die Schrauben  $\tau$  als Handhaben in dem ausgeschnittenen Ocularröhrchen verschiebt, und bringe dann durch Betrachtung eines entfernten Objects den Focus des Objectivs auf den Ort des Netzes, so ist das optische berichtigt. Jetzt müssen die horizontalen Parallelfäden so berichtigt werden, daß die zwischen ihnen in der Mitte liegende Linie senkrecht auf dem Vertical des Instruments steht. Die Methode ist bekannt, die Schrauben *a'* und *b'* geben der ganzen Ocularröhre oder

dem Theile, welcher diesseits des Prismas ist, die nöthige drehende Bewegung. Zur Berichtigung der Gesichtslinie, so daß sie senkrecht auf der horizontalen Umdrehungsachse stehe, dienen die Schrauben  $\tau \tau$ , welche das Fadennetz verstellen. Die Untersuchung der Gesichtslinie geschieht durch den Azimutalkreis  $\phi$ , wie beim Verticalkreise.

Untersuchung des Winkels der beiden Achsen. Dieser Winkel ist hier unveränderlich und vom Künstler durch mechanische Mittel nahezu  $90^\circ$  gemacht worden, indess ist es wichtig, die Richtigkeit desselben zu prüfen. Dies geschieht am besten durch Anwendung eines künstlichen Horizontes. Wenn die Verticalachse berichtigt ist und man das Fernrohr mit seinem Verticalfaden nach einem unbeweglichen Objecte richtet, welches nicht im Horizonte liegt, sondern je näher am Scheitel desto besser, und dann durch eine Drehung des Alhidadenkreises das Fernrohr auf das reflectirte Bild des Gegenstandes führt: so wird das Bild nur in dem Falle vom Faden wieder geschnitten, wenn die Umdrehungsachse des Alhidadenkreises horizontal war, also einen rechten Winkel mit der Verticalachse bildete. Es ergibt sich also gleich, ob die beiden Achsen den rechten Winkel bilden oder nicht. Aber die Bestimmung der Abweichung ist schwierig. Diese macht man am leichtesten, wenn man durch Beobachtung eines directen und reflectirten Bildes die Horizontalachse genau horizontal stellt, indem man die nöthige Veränderung an den Stellschrauben des Dreifusses vornimmt. Geht die Verticalebene durch die Horizontalachse auch durch eine Fußschraube, so läßt sich mittelst alleiniger Drehung derselben die Neigung der Horizontalachse wegbringen. Aber durch diese Verstellung der Fußschraube ist nun die Verticalachse in der einen Richtung aus der verticalen gebracht, und die Abweichung derselben von dieser ist die Neigung der beiden Achsen. Um die Neigung der verticalen Achse in dieser Richtung zu messen, giebt es mehrfache Mittel. Man drehe die Achse um  $90^\circ$ , so daß die Libelle  $t$  in der Richtung liegt, wo früher die Horizontalachse. Jetzt wird diese Libelle, wenn sie früher berichtigt gewesen, nicht mehr einspielen. Man kann aber die Umgänge der Fußschraube zählen, welche die Libelle wieder zum einspielen bringen, und hat so die Neigung in Umgängen der Schraube erkannt. Hierzu müßte die Fußschraube an der Oberfläche eingetheilt sein, und mit einem Zeiger versehen werden. Dieser ist leicht an den Arm des Dreifusses angeklemt, wie am Universalinstrumente und am Verticalkreise. Ein zweites Mittel für die Bestimmung der Neigung der Verticalachse ist die Beobachtung der Distanz eines terrestrischen Objects, das in der erwähnten Richtung liegt, vom Zenith des Instruments. Diese wird um die Neigung



der Achse abweichen von der wahren Zenithdistanz. Man beobachte also auch letzte. Im Fall das Object nicht in der Richtung genau gelegen, sondern um einen Winkel  $\alpha$  abwich, so ist die gefundene Differenz noch mit  $\sec \alpha$  zu multipliciren. Oder endlich, man stelle bei derselben um  $90^\circ$  geänderten Richtung der Kreise das Fernrohr nahezu horizontal, lege die Achse L, Fig. 4, in die Lager  $\nu$  und schliesse deren Deckel  $\sigma$ , und stelle nun die Libelle auf die Zapfen der Achse L. Jetzt bringe man diese Libelle zum einspielen, indem man die Alhidade dreht, und lese die Verniere ab. Nachdem man nun das Instrument um  $180^\circ$  gedreht hat, bringe man die Libelle wieder durch die Alhidade zum einspielen, und lese wieder ab. Der halbe Unterschied der Ablesungen ist die Neigung der beiden Achsen. Das vollkommenste Mittel für die Untersuchung der Winkel der Achsen möchte auch hier die Beobachtung des Polarsterns sein, wie ich dies beim Mitauer Verticalkreis Seite 29 erwähnt habe.

Bestimmung des Werths der Theilungen auf der Libelle K. Diese Bestimmung geschieht entweder wie am Verticalkreise durch die Fußsschrauben, oder durch die Theilung. Die Oberfläche der Libelle K ist durch Striche in halbe Linien getheilt. Ein Theil ist  $= 0,80$ . Der Werth der Theilungen auf der Libelle t ist gleichgültig, da man diese nur braucht, um die Verticalachse ein für alle Mal zu berichtigen, ohne an derselben die jedesmalige Inclination abzulesen.

#### BERICHTIGUNG DES THEODOLITEN ALS HORIZONTALWINKELMESSER.

- 1) Berichtigung der Verticalachse. Diese geschieht wie am Universalinstrument durch die Stehlibelle.
- 2) Berichtigung der Horizontalachse. Nachdem die Verticalachse genau berichtigt ist, muß die Horizontalachse horizontal liegen, welches, wie am Universalinstrument untersucht, und an den Correctionsschrauben  $\alpha$  des einen der Lager berichtigt werden kann.
- 3) Bestimmung des Werthes eines Theilstriches auf der Stehlibelle. Wie beim Universalinstrument. Ein Theil ist  $= \frac{1}{2}$  Linie  $= 1,51$ .
- 4) Untersuchung der gleichen Dicke der Zapfen. Wie beim Universalinstrumente Seite 39. Der Winkel der Lagerflächen ist hier  $2l = 45^\circ$ , der der Füße der Stehlibelle  $2f = 60^\circ$ . Hiermit erhält man aus der zweiten Formel:

$$r-r' = \frac{1}{2} u \sin 1'' \cdot \frac{\sin 30^\circ \sin 22\frac{1}{2}^\circ}{\sin 30^\circ + \sin 22\frac{1}{2}^\circ} \cdot L$$

$= 0,1084. u. L. \sin 1''$ ; und da  $L = 83,5$  Linien ist,  $r-r' = 0,0000439. u$  Linien.

## BESCHREIBUNG DES KLEINEN PASSAGENINSTRUMENTS.

Tafel XIII. Fig. 1. 2. stellt ein kleines in Dorpat verfertigtes Passageninstrument in halber Naturgröße dar, welches vorzugsweise für die Centrirungen bei den Messungen auf der Erde gebraucht wurde.

Von einem messingnen Centro A gehen 3 hölzerne mit gebogenen Spitzen versehene Füße von 4 Fufs Länge aus, und bilden das Stativ. Durchs Centrum geht eine etwas konische Achse durch, die durch die Schraubenmutter a angezogen werden kann. Auf diese Achse befestigt ist ein Rahmen von Eisen B, dessen oberes Stück der Länge nach aufgeschlitzt ist, so dafs der Nufsträger C von b bis c sich auf dem Stücke verschieben läfst, und durch die Schraubenmutter d an jeder Stelle festgestellt werden kann. Oberhalb der Nufs steht eine senkrechte Achse. Diese trägt eine Hülse D, welche an ihrem untern Ende mit einem eingeschnitten Kreise e versehen ist. In diesen greift die Schraube ohne Ende f ein, welche von der Feder g in die Einschnitte hineingedrückt wird. So kann man mit der Schraube f der Hülse eine Bewegung um die Verticalachse geben. Die Hülse trägt oben die beiden Arme h, k, die einen Winkel von ungefähr  $125^\circ$  mit einander machen, wie Fig. 2 in der Ansicht von oben zeigt, und den Ruhepunkt für 2 Lager l, m abgeben, von welchen das eine m eine verticale Bewegung durch die Schraube x hat. Auf diesen Lagern ruht die Horizontalachse p des kleinen Passageninstruments, an welchem das Objectiv bedeutend herausgezogen werden kann, um auch von sehr nahen Gegenständen ein scharfes Bild zu geben. Das kleine Fernrohr ist achromatisch. Eine kleine Stehlibelle, die auf die überragenden Enden der Zapfen der Achse gestellt werden kann und in den Figuren nicht dargestellt ist, dient zur Berichtigung.

Dies Instrument ward von mir beständig angewandt, um den Punct aufzufinden, der senkrecht unter dem Centro der Spitze des Signals auf der Schwelle desselben lag, oder unter der Spitze eines Kirchthurmes an der Stelle war, wo das Universalinstrument aufgestellt wurde, wozu die Bestimmung zweier möglichst nahe unter  $90^\circ$  durch die Spitze durchgehenden Verticalebenen und die Verzeichnung der Durchschnittslinien auf der Projectionsebene hinreichte. Die Leichtigkeit, womit das Instrument an jeder Stelle aufgestellt und im Augenblick berichtigt werden konnte, machten es für diesen Zweck sehr geeignet und ersparte mir den Gebrauch des Universalinstruments bei diesen untergeordneten Arbeiten. Ein zweiter Gebrauch ward von mir gemacht, um den Abstand eines gegebenen Punctes von einer nahegelegenen Verticalebene durch zwei andere Puncte zu ermitteln. So ist z. B. Taf. III., Fig. 37,

C der Endpunct der Grundlinie bei Woibifer, B die Projection des in der Nähe desselben errichteten Absehen nach Katko auf die Horizontalebene durch C, oder die Linie B — Katko ist der Durchschnitt der Verticalebene durch das Absehen und das Signal in Katko mit jener Horizontalebene. Zur Verbesserung des in Katko gemessenen Winkels war es nothwendig den Horizontalabstand Cb zu kennen. Bis auf ein Par Zoll läßt sich das kleine Passageninstrument in die genannte Verticalebene leicht hineinbringen. Dann wird dasselbe so gestellt, daß die Haupttrichnung des Rahmen B, Taf. XIII., einen rechten Winkel mit der erwähnten Verticalebene macht; wodurch es möglich wird, nach Lösung der Schraube d, den Obertheil des Instruments so zu verschieben, daß er genau in die Verticalebene kommt. Wenn die Gesichtslinie des kleinen Instruments berichtigt, d. h. senkrecht auf die Achse ist, so muß die Visirung vorwärts und rückwärts die beiden Puncte treffen, durch welche die Verticalebene durchgehen soll. Bis dies in beiden Lagen der Achse des Instruments erreicht ist, wird C auf dem Rahmen B verschoben.

Die Genauigkeit dieses Instrumentes war seinem Zwecke völlig entsprechend. Ja es ließ sich sogar mit Nutzen zu einigen vorläufigen astronomischen Bestimmungen anwenden. So benutzten wir es z. B. in Jacobstadt 1826, um, durch Beobachtung der Zwischenzeit der Durchgänge von Polaris und  $\gamma$  Cassiopeiae durch denselben Vertical, das Azimut dieses Verticals zu erhalten, und da dieser Vertical durch einen Stab bezeichnet wurde, die Mittagslinie auf dem Terrain zu entwerfen.

## DIE HELIOTROPE.

Unschätzbar ist der Vortheil, den der Gebrauch der vom Herrn Hofrath und Ritter Gaußs erfundenen Heliotrope bei der Ausführung geodätischer Operationen gewährt. Nur die Krümmung der Erde setzt bei ihrer Anwendung der Größe der Dreieckseiten eine Gränze. Die von dem berühmten Erfinder angegebenen Constructionen der Heliotrope (Siehe Schumachers astronomische Nachrichten) sind sehr vollkommene Apparate, aber kostspielig und schwierig zu berichtigen. Statt ihrer wählte ich einen einfacheren Apparat, zu dem mir, ni fallor, die erste Idee vom Herrn Etatsrath und Ritter von Schumacher schon 1820 in Altona gegeben ward. Denkt man sich durch eine kreisrunde Oeffnung, deren Halbmes-

ser  $a$  ist, die Sonne durchscheinend, in der Richtung senkrecht auf die Fläche der Oeffnung, so wird der Radius des in einer Entfernung  $b$  aufgefangenen Sonnenbildes nahezu  $= a + b \cdot \sin 15' = a + \frac{1}{229} b$  sein. Wird das Bild von einer Platte, die ebenfalls eine Oeffnung  $= a$  hat, aufgefangen, so wird, wenn die durch beider Centra gehende Linie nach dem Centro der Sonne oder ihres Bildes im Heliotropenspiegel gerichtet ist, das aufgefangene Bild um jene Oeffnung herum einen leuchtenden Kranz von einer Breite  $= \frac{1}{229} b$  bilden. Es sei  $b = 15$  Zoll, so wird dieser Rand  $\frac{15}{229} = 0,8$  Linien breit sein, und sich folglich sehr deutlich zeigen. Man richte also ein Dioptr so ein, daß die Visirlinie durch zwei solche Oeffnungen bestimmt wird; verbinde mit demselben einen Spiegel, der eine Bewegung um eine horizontale und eine verticale Achse hat: so wird, wenn die Achse der beiden Oeffnungen nach einem fernen Punkte gerichtet ist, Sonnenlicht so lange vom ganzen Spiegel nach diesem gesandt werden, als das Bild der ersten Oeffnung um die zweite Oeffnung herumliegt, ohne deren Peripherie zu durchschneiden. Die Platten des Dioptr's macht man so schmal als möglich, damit nur ein kleiner Theil des Spiegels von ihnen verdeckt werde. Sobald der Punkt, wohin man zu signalisiren hat, mit bloßem Auge sichtbar ist, hat die Richtung des Dioptr's durch die beiden Oeffnungen gar keine Schwierigkeit, da man nicht leicht um  $3'$  fehlt und einen Spielraum von  $15'$  hat. Auch wenn der Punkt nicht selbst sichtbar ist, wird man mit einem beweglichen Fernrohr die Lage desselben zwischen erkenntlichen Objecten im Horizonte leicht so genau bestimmen, um die Richtung des Dioptr's ausführen zu können. Es ist daher nicht nothwendig mit dem Heliotrope ein Fernrohr in Verbindung zu setzen, ausgenommen wenn man über den Wasserhorizont signalisiren soll, der keine kenntlichen näheren Gegenstände darbietet. Verbindet man ein Fernrohr mit dem Körper des Heliotrops, so wird dessen Gesichtslinie mit der Achse des Dioptr's nach einem gutgeeigneten Objecte parallel gestellt. Die Drehung des Spiegels kann mit hinreichender Sicherheit aus freier Hand geschehen. Vollkommener wird der Apparat, wenn man die Drehung um die beiden Achsen durch Schrauben ohne Ende macht. Die von mir angewandten Heliotrope bestanden aus einem Lineal von Messing 18 Zoll lang, mit einem Querlineale am vordern Ende  $5\frac{1}{2}$  Zoll lang. Das Querlineal hatte zwei Spitzen als Füße; durch das Hauptlineal ging eine Schraube, um die verticale Verstellung zu machen, während die Stellung im Azimute mit der Hand geschah, so daß die Spitzen eingedrückt wurden, wenn die Richtung getroffen war. Die beiden Dioptr's standen 14 Zoll von einander. Die Fläche des vordern, welche das Sonnenbild auffing, hatte 7 Linien Durchmesser, und war mit

einem weissen Papier beklebt. Der Spiegel war 2,7 Zoll breit und 1,7 Zoll hoch. Pappdeckel, vor den Spiegel zu schieben, konnten die Oeffnung der spiegelnden Fläche ändern. Mit einigen dieser Heliotrope war ein Fernrohr verbunden zum Gebrauch über See und für kurzsichtige, mit andern nicht. Im Fall die Sonne sich um einen zu grossen Winkel von der Richtung, wohin das Heliotrop scheinen sollte, entfernte, ward ein Fangspiegel angewandt, so dafs das Bild durch doppelte Reflexion gesandt wurde. Vermittelst eines solchen Fangspiegels von hinreichend grosser Dimension kann man aus dem innern eines Thurmes heraus heliotropiren. Dieser Fall kam in Dorpat und Halljall vor. An letzterem Orte mufste der Fangspiegel auf einer Stange 6 Fufs aus dem Thurme heraus angebracht werden, und wurde hier um seine beiden Achsen durch einen Stab gedreht, welches mit hinreichender Sicherheit geschah, da die Fläche des Spiegels ziemlich gross war. Die Fassung dieses Spiegels und die Verticalachse waren von Holz, die Büchse für letztere ein Bohrloch in der Stange, die Horizontalachse waren zwei Stahldrähte, Stücke von Stricknadeln. Überhaupt läfst sich ein Heliotrop ganz einfach veranstalten. Das ganze Gestell kann von Holz sein, das Diopter zwei Brettchen mit kleinen Bohrlöchern, der Spiegel so gefafst wie der oben erwähnte Fangspiegel; und ein solches Heliotrop thut die Dienste eines künstlicheren. Als ich 1822 auf Lenard war, fand ich mich veranlafst, aufser den Heliotropen, die in Oppekahn und Mariomäggi waren, noch ein drittes in Helmet zu wünschen, weil nach der Thurmspitze wegen dunklen Hintergrundes nicht gezielt werden konnte. Herr Preufs fuhr nach Helmet und richtete sich aus zweien Spiegelbruchstücken, die er in einem Krüge kaufte, mit Hülfe eines Ehstnischen Tischlers, in wenig Stunden ein völlig brauchbares Heliotrop ein. Dies war unser wohlfeilstes Heliotrop. Von Hochland aus ward ein Heliotrop gebraucht, dessen Körper das dreifüfsige Fernrohr von Ramsden war, auf welches mit dessen Achse parrallele Dioptern und ein Spiegel von 8 Quadrat-zoll Fläche angebracht wurden.

## BESCHREIBUNG DES APPARATS ZUR MESSUNG DER GRUNDLINIE.

Die Tafeln X., XI. und XII. stellen den ganzen Apparat dar.

Fig. 1 zeigt drei aufeinander folgende Stangen von oben angesehen. Von der ersten und dritten Stange sind nur die an die mittlere stofsenden Enden dargestellt.

## 52 INSTRUMENTE. DER APPARAT ZUR MESSUNG DER GRUNDLINIE.

Die mittlere ist ganz da, mitsammt den Unterlagen, auf denen jede Stange bei der Messung ruht. Der Maßstab dieser Figur ist  $\frac{1}{12}$  der natürlichen Gröfse.

Fig. 2 zeigt dieselben drei Stangen von der Seite gesehen. Maßstab  $\frac{1}{12}$ .

Fig. 3 ist die Wasserwage zur Bestimmung der Neigung der Stangen. Maßstab  $\frac{1}{4}$ .

Fig. 4 bis 9 stellen einzelne Theile im Maßstabe  $\frac{1}{4}$  dar.

Fig. 10 bis 14 zeigen die Enden der Meßstangen in halber natürlicher Gröfse.

Fig. 15 und 16 stellen die Vorrichtung zur Bezeichnung des täglichen Endpunctes auf dem Boden im Maßstabe  $\frac{1}{4}$  dar.

Fig. 17 stellt den Maßvergleichler von der Seite dar, mit einer zu vergleichenden Stange darauf. Maßstab  $\frac{1}{12}$ .

Fig. 18 ist das Gerüst des Maßvergleichlers von oben gesehen. Maßstab  $\frac{1}{12}$ .

Fig. 19 und 20 sind das eine Ende des Maßvergleichlers in halber Gröfse.

Fig. 21 und 22 geben das andere Ende im Maßstab  $\frac{1}{4}$ .

Der Meßapparat selbst besteht aus 4 Stangen von vierkantig geschmiedetem Eisen, jede 12 Pariser Fufs lang und 15 Linien breit und hoch. Das eine Ende der Stange ist vorgestählt und dann auf der Drehbank in eine Form bearbeitet, welche Fig. 10 deutlich macht. An das entgegengesetzte Ende der Stange ist ein einfacher stählerner Fühlhebel angebracht, dessen Bauart aus den Figuren 11 bis 14 ganz verständlich ist. Das starke Gehäuse des Fühlhebels ist von Messing und aufs festeste mit der Eisenstange verbunden. Eine in Fig. 13 sichtbare schwache Feder spannt den Fühlhebel nach einer Richtung. Der kürzere Hebelarm endigt sich in einer kleinen Halbkugel und ragt durch eine Oeffnung aus dem Gehäuse hervor. Der längere Hebelarm hat einen Index, der über einer Theilung am Gehäuse läuft. Der Abstand des äußersten Punctes  $\alpha$  der festen Gränzfläche in Fig. 10 von dem äußersten Puncte  $\beta$  der Kugelfläche des Fühlhebels, Fig. 11, wenn der Index auf der mittleren Zahl der Theilung 20 steht, wird als die Länge der Meßstange angesehen.

Ein hölzerner Kasten, inwendig und auswendig mit weißer Oelfarbe gestrichen, umgiebt die Meßstange, ohne dieselbe zu berühren. Sie ruht nemlich im Kasten auf zwei Lagern von Messing an  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  ihrer Länge in den Stellen a und b, Fig. 1 und 2. Das eine dieser Lager bei a ist rund, das andere bei b viereckig. Die Stange ist daher an der ersten Stelle rund auf der Drehbank abgedreht, gleichzeitig mit dem zunächst gelegenen stählernen Ende; für das andere Lager ist die Stange vierkantig gefeilt und geschliffen worden. Beide Bearbeitungen der Stange

dehnen sich auf 3 Zoll aus, so daß eine Verschiebung von einem Zoll vorwärts und rückwärts auf den Lagern möglich ist. Das runde Lager ist mit einem beweglichen Oberstücke versehen, welches von außen durch eine Schraube angedrückt werden kann, und so die Stange im Kasten feststellt. Das Aufliegen der Stange auf den Lagern in  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  ihrer Länge erlaubt derselben, sich durch ihre Schwere etwas zu biegen. Aber diese Biegung ist eine unveränderliche und gebraucht also gar nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Länge der Stange bei dieser Biegung ausgemittelt ist.

In den Körper der Stange eingelassen sind zwei Thermometer, nahe an den Stellen, wo sie in den Lagern ruht. Diese Thermometer stehen senkrecht, und ragen durch den Kasten durch, sind aber mit einem Gehäuse umschlossen, dessen Vorderwand eine Glastafel ist. Das Gehäuse ist auf den Kasten aufgeschraubt und vollkommen luftdicht. Außerdem sind noch auf die Stangen angebracht zwei Tischchen c und d, Fig. 1 und 2, in größerem Maßstabe in Fig. 8 und 9 dargestellt. Sie ragen aus dem Kasten mit ihrem Obertheile hervor, und dienen zur Bestimmung der Neigung der Stangen gegen den Horizont, mittelst der in Fig. 3 dargestellten Wasserwaage, die mit 3 Füßen versehen ist. Die Oberflächen der Tische liegen in einer Ebene. Wenn diese Ebene horizontal ist, so steht das Fühlhebelgehäuse senkrecht und die Hauptachse der Meßstange oder die Linie  $\alpha \beta$  von der Mitte der Gränzfläche am festen Ende bis zur Mitte der Kugelfläche des Fühlhebels, wenn sein Index auf 20 steht, ist horizontal. Diese Tische lassen sich sehr genau berichtigen. An dieselben sind zwei Dioptern angeschraubt, deren eins mit einem senkrechten Pferdehaar, das andere mit einer kleinen Ocularöffnung versehen ist. Die Verticalebene durch Oeffnung und Faden ist parallel mit der Hauptachse der Stange. Endlich befindet sich in e, Fig. 1 und 2, noch ein Stift, an welchem ein Schlüssel f die Bewegung der Stange in der Richtung der zu messenden Linie ausführt.

Auf der einen Seite ist nur das äußerste cylindrische Ende der Stange mit der freien Luft in Berührung, indem von dem Ende des Kasten ein faltiger Sack von gefirnistem Segeltuch ausgeht, der um den Kasten herum befestigt ist, so wie um den konischen Absatz des Stangenendes, und so den Kasten von dieser Seite luftdicht schließt. Ein ähnlicher Sack schließt den Kasten von der andern Seite, aber das Fühlhebelgehäuse bleibt hier heraus. Dieses wird bei Sonnenschein durch eine Kapsel von weißem Papiere geschützt. Daß der Kasten auch da, wo die Thermometer hervorragen, luftdicht sei, ist schon oben erwähnt worden. Aber auch an den



#### 54 INSTRUMENTE. DER APPARAT ZUR MESSUNG DER GRUNDLINIE.

Stellen, wo die eisernen Tischchen hervorstehen und der Kasten der Bewegung der Stangen wegen 3 Zoll ausgeschnitten ist, findet keine Verbindung der Luft und des innern Raumes statt. Ein faltiges gefirnistes Segeltuch ist hier dicht um den Fuß der Tischchen herum befestigt und an den Kasten luftdicht angengelt. Nur die kleine Spalte, durch welche der Stift *e* aus dem Kasten hervorragt, giebt eine Verbindung der freien Luft mit der im Kasten ab; aber auch diese ist gemindert durch das schräge mit Segeltuch bekleidete Dach, welches diese Spalte deckt. Das Segeltuch hängt von der Seite, wo der Schlüssel aufgesteckt wird, ein Par Zoll unter den Rand des Kasten frei herab, von allen andern Seiten ist es fest und schließt das Dach. So ist die Luft, welche im innern des Kasten sich befindet, fast gänzlich von der äußern getrennt. Um aber die Stange selbst noch mehr gegen den Wechsel der Temperatur zu schützen, um vorzüglich sicher zu sein, daß die Thermometer die wahre Temperatur der Stange angeben, habe ich die Stange mit einer Bekleidung von loser Baumwolle umwickelt, welche reichlich den halben Raum von der Stange bis zur innern Fläche des Kasten ausfüllt, und auch die Thermometer dicht umschließt, bis zu der Höhe, wo die Scale aus dem Kasten hervorragt. Hierdurch glaube ich wesentlich für die Übereinstimmung der Thermometer mit der Temperatur der Stange gewonnen zu haben, da sie als selbst von der Luftschichte im Kasten isolirt angesehen werden kann. Nur an den zwei Stellen, wo die Stange in den Lagern liegt, fehlt die Bekleidung auf 3 Zoll, um der Bewegung nicht hinderlich zu sein.

In Fig. 1 und 2 sieht man die hölzernen Böcke, die zur Aufstellung der Meßstangen dienen. Solcher sind eine bedeutende Anzahl bei der Messung der Linie gebraucht. Diese ging ihrer ganzen Länge nach über Stoppelfeld und neu bestellten Winteracker. Die auf den Grund mit der Last des Körpers und einem Tritt auf die Querhölzer fest aufgesetzten Böcke gaben eine so feste Unterlage für die Meßstangen, daß gar nichts zu wünschen übrig war. Auf jedem Bocke ruhte ein eiserner Dreifuß, dessen Bau aus Fig. 1 und 2 ganz deutlich ist, mit drei senkrechten und zwei wagerechten Schrauben, wodurch die Richtung der Meßstangen in jedem Sinne möglich war. Von den beiden zu jeder Stange gehörigen eisernen Dreifüßen hatte der eine zwei, der andere nur einen runden Knopf auf der Oberfläche, wo der Kasten ihn berührt, um so durch drei Punkte einen festen Stand des Kasten zu erhalten. Dieser war aber in der Berührungsgegend mit den Dreifüßen mit starken glatten eisernen Platten belegt, um sich leicht zu verschieben und den Eindrücken der Seitenschrauben zu widerstehen.



Die Figuren 1 und 2 bedürfen weiter keiner Erklärung, nur bemerke ich, daß in der Zeichnung der Stange C das Dach über dem Schlüssel f ausgelassen ist, um diesen selbst zeigen zu können.

Fig. 4 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Länge der Stange, in der Gegend des ersten Thermometers und des runden Lagers. pq ist der abgedrehte Theil der Stange, welcher ins Lager paßt.

Fig. 5 ist der Querschnitt durch das runde Lager, mit dem Thermometergehäuse im Hintergrunde. An dieses Thermometerhaus ist ein Brettchen g angeschraubt, welches eine Metallplatte mit einer kleinen runden Oeffnung trägt, die sich in einer Spalte drange horizontal verschieben läßt. Ein zweites Brett, welches ein senkrechtes Pferdehaar trägt, ist an das zweite Thermometerhaus angebracht. Die Verticalebene durch Oeffnung und Haar ist parallel mit der durch die messingnen Dioptern an den Tischchen, also mit der Hauptachse der Stange. Diese hölzernen Dioptern geben eine bequeme Richtung der Stangen in die Linie, sind aber nur als eine für den Umstand kleiner Neigungen geeignete Zugabe des Apparats anzusehen.

Fig. 6 und 7 stellen das viereckige Lager dar. Man sieht hier, wie in 4 und 5, die Art wie die Lager an den Kasten befestigt sind.

Zur Bezeichnung des täglichen Endpuncts der Messung dient die in Fig. 15 von vorne und Fig. 16 von oben dargestellte Vorrichtung. Ein eiserner Dorn, von 28 Zoll Länge und  $1\frac{3}{4}$  Zoll im Gevierten, trägt 4 Zoll vom obern Ende einen Arm h, der von der Richtung des Dorns unter einem rechten Winkel ausgeht, und einen Rahmen darbietet, worauf sich eine starke Platte i um ungefähr 6 Zoll verschieben läßt. Eine Schraube k dient zur Feststellung der Platte, an jeder beliebigen Stelle. Der Cubus l läuft in einem Falz längs der Platte und läßt sich durch die zwei Mikrometerschrauben m in der Richtung senkrecht auf die des Rahmen verstellen. Dieser Cubus ist an der Vorderfläche versilbert, und da mit einem kleinen Kreise versehen, dessen angedeutetes Centrum der Punct ist, durch welchen der tägliche Endpunct der Arbeit bezeichnet werden sollte. Der Dorn wurde 22 Zoll tief ins Erdreich eingeschlagen, (die Schraube k stand dann eben über dem Boden) so daß die Mitte des Rahmen nahezu in die Verticalebene der Grundlinie, dessen Richtung aber senkrecht auf diese Ebene zu stehen kam. Der Cubus wird dann mit Hülfe eines Lothes an einem Faden so durch die Schraube k festgestellt, daß seine Vorderfläche möglichst genau in die Verticalebene der Grundlinie fällt. Eine kleine Abweichung hier hat keinen Einfluß. Durch die Mikrometer-

schraube m kann jetzt der Punct aufs genaueste in die durch das äußerste Ende der letzten Meßstange gehende, mit der Richtung der Grundlinie normale Verticalebene gebracht werden. Zu dieser Lothung durfte kein Fadenloth gebraucht werden. Ich wandte daher für sie den in einer Entfernung von 25 Fufs unter einem rechten Winkel von der Basis für Horizontalwinkel aufgestellten Theodoliten an, durch dessen Gesichtslinie eine genaue Verticalebene beschrieben wird.

In Bezug auf die Wasserwage, Fig. 3, habe ich noch folgendes zu bemerken. Ihre Unterlage ist eine eiserne Stange von 3 Fufs Länge mit 3 stählernen Füfsen. Wenn der eine Fuß gerade auf der Mitte des einen Tischchen c, Fig. 1 und 2, steht, so sind die beiden andern symmetrisch von der Mitte des zweiten Tischchen d abstehend, und umgekehrt. Um ihnen jedes Mal die richtige Stellung zu geben, sind auf jeder Tischoberfläche drei kleine Kreise gezogen worden. Die Libelle selbst hat durch die Schraube r, Fig. 3, eine senkrechte Bewegung an einem Ende. Ein Doppelcharnier s, so wie ein einfaches auf der Seite der Schraube r, welches in der Figur nicht zu sehen ist, gestatten diese Bewegung längs der senkrechten Scale, an der ein einfacher Index den Stand der Libelle anzeigt. Soll der Index richtig die Veränderungen der Neigungen der Unterlage anzeigen, so muß die Linie, welche des einfachen Charniers Achse mit dem Ende des Index verbindet, horizontal und senkrecht auf die Libellenachse sein. Die auf die Scale geschnittene Theilung war so, daß ein Intervall einen Winkelwerth von nahezu  $3'40'' = 220''$  hat. Kann man den Stand des Index auf  $\frac{7}{40}$  des Intervalls genau durch Schätzung ablesen: so ist die Sicherheit der einmaligen Ablesung etwa 5'', gewiß hinreichend bei jeder Messung einer Grundlinie, auch wo stärkere Neigungen als bei uns vorkommen.

Der Maßvergleich hat zum Zweck, die 4 Meßstangen, deren Kasten mit A, B, C, D bezeichnet sind, mit einer fünften Stange, deren Kasten mit N bezeichnet ist, zu vergleichen. Diese Stange N hat, statt eines festen Endes und eines Fühlhebelendes, zwei feste Enden, wie das in Fig. 10, und ist so die Normalstange. Derselbe Apparat muß die Vergleichung der Stange N mit dem Etalon der Pariser Toise von Fortin ausführen.

Fig. 17 stellt den Maßvergleich von der Seite dar mit der auf ihm zur Vergleichung befindlichen Normalstange. Auf zwei Böcken von Holz, denen gleich die in Fig. 1 und 2 abgebildet sind, ruhen 3 Balken, wie sie Fig. 18 von oben gesehen zeigt. Die beiden äußern Balken von Tannenholz sind auf die starken Oberstücke der Böcke durch eiserne Bolzen und Schraubenmuttern befestigt, und geben die Unterlage für die zu vergleichenden Stangen ab. Der mittlere Balken ist von

Eichenholz und ruht frei zwischen den beiden andern auf den Böcken mit einer abgerundeten und einer flachen Stelle seiner Grundfläche um nicht zu wackeln. Dieser Balken ist etwas über 13 Fuß lang,  $6\frac{1}{2}$  Zoll hoch und  $4\frac{1}{2}$  Zoll breit. Das eine Ende desselben trägt die Widerlage  $\gamma$ , Fig. 17, während am andern Ende in  $\delta$  ein einfacher Fühlhebel und ein Mikroskop von Pistor zur Ausführung der Maßvergleichung angebracht sind.

Fig. 21 und 22 stellen die Widerlage im Maßstabe  $\frac{1}{4}$  von vorne und von der Seite dar. Eine eiserne Platte, von der Breite des Balken und über einen Zoll stark, trägt zwei eckige Bügel, welche mit der Platte zusammengeschweißt sind. Die Platte ist mit dem Balken vereinigt durch 4 eiserne Bolzen, welche durch 4 Schraubenmutter  $\epsilon$  und eine starke Vorlage von unten angezogen werden. Ein Parallelepipedon  $\zeta$  ruht unter diesen Bügeln, und kann durch 2 Schrauben im vorderen und 3 Schrauben im hinteren Bügel festgestellt und gerichtet werden. Eine vierte Schraube  $\eta$  ist von unten durch den Balken durchgelassen und hat ihr Gewinde in der Platte, welche die Bügel trägt. Ein stählerner Knopf  $\theta$  bildet die eigentliche Widerlage. Er ist in den ebenfalls stählernen Ansatz  $\lambda$  ganz fest eingeschraubt.  $\lambda$  ist an seiner Vorderfläche um  $\theta$  herum mit einer Silberplatte belegt. Diese Platte und der Knopf sind gleichzeitig auf der Drehbank abgedreht, so daß die berührende Ebene an der Mitte der sehr schwach gewölbten und hochpolirten Vorderfläche von  $\theta$  parallel mit der Spiegelebene der Silberplatte ist.  $\lambda$  und  $\theta$  sind zusammen fest in den Körper des Parallelepipedon  $\zeta$  eingeschraubt, bis die Hinterfläche von  $\lambda$  dicht an der Vorderfläche von  $\zeta$  anlag.

Die Vorrichtung  $\delta$ , Fig. 17, ist in Fig. 19 und 20 in halber Gröfse von 2 Seiten dargestellt. Eine messingne Platte, die in einem Schwalbenschwanz von demselben Metall läuft, trägt einen Fühlhebel, der durch eine schwache Feder gespannt wird. Der Schwalbenschwanz ist durch 4 Schrauben an den eichenen Balken befestigt. Die Platte ist durch die Mikrometerschraube  $\mu$  beweglich. So läßt sich, wenn das eine Ende einer zu vergleichenden Stange gegen die Widerlage  $\gamma$ , Fig. 17, anliegt, der Fühlhebel an das andere Ende hinanbewegen, bis sein Index genau auf einen Strich auf dem Bogen, über den er läuft, einspielt. Dieses einspielen wird durch eine stark vergrößernde Loupe mit großer Genauigkeit beobachtet. Die Loupe ist in den Figuren nicht dargestellt; sie ist fest an dem Balken. Es ist leicht einzusehen, daß wenn verschiedene Stangen nach einander auf den Maßvergleichler gebracht werden, und die Längen derselben verschieden sind, sich die Unterschiede durch Umdrehung der Schraube  $\mu$  messen lassen. Statt diese anzu-

wenden, hielt ich es aber für geeigneter, auf der Platte einen feinen Strich auf Silber zu ziehen, und auf diesen eins der mikrometrischen Mikroskope von Pistor zu richten, mit welchem ich die Theilung des Meridiankreises untersucht hatte. (Obs. Dorp. Vol. VI.) An der Schraube  $\pi$  dieses Mikroskops, welche ein Kreuz zweier sich unter  $20^\circ$  durchschneidenden Spinnefäden bewegt, läßt sich die Verstellung des Striches auf der Platte mit der großen Sicherheit messen, welche dieser so vollkommene Apparat gewährt. Das Mikroskop ist aus der Zeichnung leicht verständlich; auch sieht man, wie das Metallstück  $\sigma$  zur Aufstellung desselben an den Balken befestigt ist. Ein Umgang dieser Schraube entspricht fast genau  $\frac{1}{20}$  Linie; die Scheibe theilt den Umgang in 100 Theile, deren Zehnthelle  $= \frac{1}{20000}$  Linie man ablesen kann.

Mein Maßvergleichler ist also eigentlich ein Schustermass, aber in großer Dimension und gesteigerter Genauigkeit. Fig. 17 zeigt wie die Stange N zwischen der Widerlage  $\gamma$  und dem messenden Theile  $\delta$  liegt. Sie ruht nemlich auf zwei der eisernen Dreifüße, die in Fig. 1 und 2 für die Aufstellung der Meßstangen gebraucht sind. Diese stützen sich aber nicht auf dem mittleren Balken, sondern auf den 2 Seitenbalken, so daß der eigentliche Maßvergleichler am mittleren Balken durch das Gewicht des zu messenden Körpers gar keine Veränderung erleiden kann. Jeder Apparat, bei dem das Gewicht der Stange auf dem Maßvergleichler selbst ruht, ist ein unvollkommner.

Soll die Stange N auf den Maßvergleichler gebracht werden, so zieht man mit der Schraube  $\mu$ , Fig. 19, den Fühlhebel zurück, um Spielraum zu gewinnen. Dann giebt man durch die Schrauben der eisernen Dreifüße der Stange die gehörige Richtung. Mit dem auf den Stift e, Fig. 17, aufzusetzenden Schlüssel f, Fig. 1, wird nun das eine Stangenende bei  $\gamma$ , Fig. 17, in eine Entfernung von etwa  $\frac{1}{10}$  Linie von der polirten Fläche des Widerlageknopfs  $\theta$ , Fig. 22, gebracht, und dann die Druckschraube  $\rho$ , Fig. 17, wodurch die Stange im runden Lager festgestellt wird, geschlossen, und der Schlüssel f abgehoben. Nun wird eine Schnur, deren Zug über eine Rolle parallel mit der Achse der Stange ist, auf den Stift e aufgehängt, und dann durch das mit Gewichten beschwerte Gefäß  $\tau$  eine Kraft ausgeübt, die gerade hinreicht, die Friction der Stange in den Lagern zu überwinden und dieselbe sanft gegen die Widerlage  $\gamma$  zu ziehen, ohne auf diese einen irgend erheblichen Druck auszuüben. Im Fall aber eine der 4 Meßstangen A, B, C, D auf den Maßvergleichler kommt: so wird gegen die Widerlage  $\gamma$  das Fühlhebelende  $\beta$ , Fig. 11, und gegen den Fühlhebel des Vergleichers das feste Ende der Stange  $\alpha$ ,

Fig. 10, gekehrt. Dann braucht man die Schnur und das Gewicht nicht, sondern der Schlüssel bewegt die Stange so weit, bis die Widerlage den Fühlhebelzeiger der Stange auf die Mittelzahl 20 getrieben hat.

Ich hoffe, daß hiernach der ganze Gang der Vergleichung der Meßstangen A, B, C, D mit der Normalstange N klar ist. Die Thermometer dieser letzten Stange sind auf gleiche Weise wie bei den Meßstangen angebracht, auch ist sie ebenso mit Baumwolle umwickelt. Nur die Säcke zum Schluß der Kasten fehlen. Diese Säcke waren aber bei der Vergleichung auch von den Kasten A, B, C, D abgenommen, weil bei der Unveränderlichkeit der Temperatur am Orte, wo die Vergleichungen gemacht wurden, die Trennung von der äußeren Luft nicht mehr nöthig war.

Für den Gebrauch des Apparats, um N mit der einfachen Pariser Toise zu vergleichen, ist folgendes zu bemerken. Die Vorrichtung  $\delta$ , Fig. 17, wurde vom Ende des Balken abgenommen und durch eine Unterlage in gleicher Höhe auf der Mitte des Balken befestigt, so daß jetzt vom Vergleicher die Länge einer Toise gefaßt werden konnte. Ich hatte eine Hülfsstange machen lassen, d. h. eine Meßstange, ganz wie A, B, C, D, aber nur 6 Fufs lang, an welcher der Fühlhebelzeiger über einer feineren Theilung läuft, um noch kleinere Gröfsen ablesen zu können. Die Toise von Fortin ward in einem ganz ähnlichen Kasten gefaßt, wie die Hülfsstange, in ihm auf der schmalen Seite auf  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  der Länge auf zwei Lagern ruhend. So konnte keine noch in Betracht zu ziehende Durchbiegung stattfinden. Die Hülfsstange ward nun wiederholt mit der Fortinschen Toise verglichen, und ihr Unterschied ausgemittelt. Jetzt wurde der Apparat  $\delta$  wieder auf seine alte Stelle zurückgesetzt. Die Stange N konnte nun mit der Summe der Toise von Fortin und der Hülfsstange verglichen werden. Die richtige Aneinandersetzung dieser beiden Toisen war nicht ohne Schwierigkeit, liefs sich aber mit völliger Sicherheit ausführen.

Es ist nothwendig, daß die Vorderfläche des Knopfes  $\theta$ , Fig. 22, genau senkrecht sei auf die Achse der zu vergleichenden Stange, d. h. auf die Linie nach dem Berührungspuncte des Fühlhebels von  $\delta$  mit dem andern Stangenende. Um dieser Fläche  $\theta$  die gehörige Stellung zu geben, ist, wie schon früher gesagt, der Körper  $\zeta$  durch Schrauben zu stellen. Die Berichtigung geschieht auf eine sehr einfache Weise. Ehe die Stangen auf den Vergleicher gebracht wurden, stellte ich auf den Balken ein Diopterlineal mit zwei kreisrunden Visiröffnungen in den beiden stehenden Flächen, und verstellte dasselbe so, daß die durch beider Kreise Mittelpuncte

durchgehende Visirlinie mit der Linie von der Mitte der Widerlagefläche  $\theta$  nach der Mitte der Fühlhebelhalbkugel zusammenfiel. Die der Widerlage zugewandte stehende Fläche des Diopters trug nun eine kleine genau runde weiße Papierscheibe, welche concentrisch um die Visiröffnung saß. Hält man nun das Auge hinter der Oeffnung, so wird das Bild der Papierscheibe sich in der silbernen Spiegelplatte auf der Vorderfläche des Ansatzes  $\lambda$  zeigen, und zwar concentrisch die Fläche des Knopfes  $\theta$  umgebend, wenn die genannte Spiegelfläche die senkrechte Richtung auf die Gesichtslinie hat. Die Spiegelfläche von  $\lambda$  ist aber parallel mit der Fläche des Knopfes  $\theta$ , wie früher schon erwähnt.

Für den Transport hat jede der 5 Stangen einen eigenen Packkasten. Die Theile des Maßvergleichers werden vom Balken abgeschraubt. Über die Fortschaffung des ganzen siehe die Hilfsapparate.

Die allgemeinen und speciellen Berichtigungen unseres Basisapparats, die Ausmittelung aller Werthe, die beim Gebrauche in Betracht kommen, übergehe ich hier, weil sie sich unmittelbar an die Erzählung der Messung der Basis anknüpfen. Auch gebrauchen diese Gegenstände nicht vorausgeschickt zu werden; da sie nur ein Mal, d. h. bei der Grundlinie, angewandt werden.

### DAS MITTAGSROHR VON DOLLOND.

Dieses Instrument ist dasjenige, mit welchem die in Vol. I. II. III. der *Observationes Dorpatenses* enthaltenen geraden Aufsteigungen beobachtet sind, und welches in Vol. I beschrieben ist. Es kam im Jahre 1807 aus den Händen des Künstlers nach Dorpat. Das Objectiv hat 51 Par. Linien Oeffnung und  $82\frac{1}{2}$  Par. Zoll Focallänge. Die 4 Oculare vergrößern 52, 93, 132 und 173 Mal. Bei allen Beobachtungen der Gradmessung ist 132 angewandt worden. Die Länge der Achse ist 45 Par. Zoll. Sie ist von Messing; die Zapfen sind von Glockenmetall. Das cylindrische Rohr besteht aus einem einzigen Stücke, welches durch den Cubus der Achse durchgesteckt ist. Zwei konische Röhre, welche an den Cubus geschraubt worden, unterstützen das cylindrische, indem sie dasselbe in der Mitte zwischen dem Cubus und dem Ende umfassen. Das von mir gebrauchte Fadennetz besteht aus 5 verticalen Fäden, die um 12,5 in Zeit des Aequators von einander abstehen. Zwei horizontale 30'' im Bogen von einander entfernte Fäden durchschneiden die verticalen. Die Durchgänge durch die Verticalfäden werden in der Mitte zwi-



schen den horizontalen beobachtet. Die Erleuchtung der Fäden ist durch die Achse.

Von den beiden Lagern hat das eine die verticale Bewegung, das andere eine im Azimut mittelst starker messingnen Schrauben. Da die Lagerplatten ebenfalls von Messing sind, so kann keine thermometrische Wirkung der Schrauben auf den Stand des Instruments statt finden. An dem Lager mit der verticalen Bewegung ist ein Halbkreis von 11 Zoll Radius, über dem ein an das Ende der einen konischen Achsenhälfte befestigter Zeiger läuft, um die Zenithdistanzen auf die Minute anzugeben. Ich liefs einen zweiten Index auf das andere Ende setzen. Diese Zeiger sind mit I und II bezeichnet, und unterscheiden die Lage I und II des Instruments, je nachdem dieser oder jener Zeiger über der Theilung läuft.

Zur Aufstellung des Instruments im ersten Verticale liefs ich an jedem der drei Punkte der astronomischen Beobachtungen zwei Pfeiler von Ziegeln aufmauren. Auf jedem Ziegelpfeiler ruht, durch guten Mörtel verbunden, ein Granitblock, 15 Zoll breit, 15 Zoll tief und 10 Zoll hoch, dessen Gewicht nahezu 300 Russische Pfunde beträgt. In diesen Block sind von oben 4 Schraubenmuttern eingelassen, auf welche das Stück geschraubt wird, woran die eigentliche Lagerplatte befestigt werden soll. Dies Stück besteht aus einer starken horizontalen Messingplatte, auf welche eine zweite unter einem rechten Winkel aufgelöthet worden. Die 4 Schrauben gehen durch die Horizontalplatte in die Schraubenmuttern des Steins; zwei andere Schrauben gehen durch den untern Theil der senkrechten Platte und stützen sich gegen den Stein, um die Festigkeit zu vermehren. Die Befestigung der Lagerplatte an dieses Stück geschieht abermals durch 4 Schrauben. Beide Granitblöcke sind von Dorpat nach Jacobstadt geführt, von dort nach Hochland und zurück nach Dorpat.

Das Gerüst der Hängelibelle, welche der Künstler gegeben hatte, war zu biegsam. Durch Schienen von Messing verstärkte ich es gehörig. Dann vertauschte ich die frühere Libellenröhre mit einer neuen von Fraunhofer, und befestigte sie auf Reichenbachs Art auf ihre Unterlage, so dafs sie nur an zwei Stellen in rechtwinklichten Lagern durch Federn gehalten ruht. Das eine Lager hat eine horizontale Bewegung auf dem Gerüst, das zweite eine verticale. Die erstere dient die Achse der Röhre in eine Ebene zu bringen mit der Umdrehungsachse, woran die Libelle gehängt wird, die letztere den Ort der Blase auf der Scale zu verändern. Ohnerachtet die erste Berichtigung mit aller möglichen Sorgfalt ausgeführt ward, auf die beim Universalinstrumente angegebene Weise: so hielt ich es doch

für gut, aufs Gerüst der Libelle noch eine Querlibelle anzubringen. Wenn man nemlich bei verschiedentlichen Anhängen der Hängelibelle dafür Sorge trägt, daß die Blase der Querlibelle immer denselben Ort einnimmt, so ist man gewiß, daß die Ebene durch die Achse des Instruments und das Centrum der Hauptlibellenröhre immer dieselbe Neigung gegen die Verticale erhält, und also eine kleine Abweichung vom Parallelismus zwischen den Richtungen beider Achsen, des Instruments und der Röhre, gar keinen Einfluß auf die Bestimmung der Inclination hat. Zur Bestimmung des Werthes dieser Libelle bediente ich mich der verticalen Stellschraube an dem einen Lager, welche ich nach und nach durch einen ganzen Umgang drehte, während die entsprechenden Bewegungen der Blase abgelesen wurden. Es war leicht, an die Schraube einen Stift zu setzen, durch den genau ein Umgang ermittelt werden konnte, wenn auch während der Umdrehung der Stift abgenommen werden mußte. Die Entfernung der Berührungspuncte der Zapfen mit den Lagern beträgt 1,180 Mètre, die Gröfse eines Umganges ist 0,001079 Mètre, woraus dessen Werth in Bogentheilen 188,6 folgt. Hiermit erhielt ich folgende Werthe eines Theils der Scale  $t = 0,5$  Par. Linie:

1826.	5. April in Dorpat.	Länge der Blase = 162,5t;	$t = 0,557$
—	3. Junius in Jacobstadt	— — 154,0t;	$t = 0,583$
—	16. August in Hochland	— — 130,1t;	$t = 0,656$
—	25. Mai in Jacobstadt	— — 109,4t;	$t = 0,707$ .

Hieraus findet sich nach der Methode der kleinsten Quadrate für die Länge der Blase  $xt$ ;  $t = 0,626 - 0,00285(x - 139,0)$ , welche Formel die obigen 4 Bestimmungen mit den Abweichungen 0,002; 0,000; 0,005; 0,003 darstellt. Auf dieser Formel beruht folgende Tafel für den Werth eines Halbtheils  $= \tau$  im Jahre 1826.

Länge der Blase	Ein Halbtheil $\tau =$
100t	0,368
110t	0,354
120t	0,340
130t	0,326
140t	0,312
150t	0,298
160t	0,283

Für die Beobachtungen 1827 war dieselbe Libellenröhre beibehalten worden, aber es mußte ein Verlust von Weingeist eingetreten sein, weil bei derselben Temperatur die Blase um nahezu 40 Theile länger war als 1826. Die gefundenen Werthe sind:



1827. 12. August in Dorpat. Länge der Blase = 144,3t;  $t=0,624$

— 15. — — — — — = 173,0t;  $t=0,644$

Mittel — = 158,6t;  $t=0,634$ ;  $r=0,317$

Bei dieser Bestimmung bin ich für alle Beobachtungen 1827 in Dorpat stehen geblieben, da die Längen der Blase zwischen 131 und 181 liegen, im Mittel dem obigen Mittel sehr nahe, und obige Bestimmungen nur eine höchst unbedeutende Veränderung von  $t$  bei veränderter Länge der Blase andeuten.

Um dieses grofse Instrument mit Leichtigkeit aufstellen zu können, liefs ich eine hölzerne Achse von gleicher Dimension verfertigen, deren Zapfen mit weichem Leder überzogen waren. Ein kurzes Fernrohr mit einem Fadenkreutz konnte durch die Achse durchgesteckt werden. Die Richtung der Gesichtslinie dieses Fernrohrs wurde durch Umlegung der Achse geprüft. Die Hängelibelle liefs sich an die Zapfen hängen. Wenn nun der Punct des Horizontes, wodurch der gröfste Kreis des Instruments gehen sollte, bezeichnet war: so liefs sich nach diesem Hilfswerkzeuge die Stellung der Granitblöcke auf den Pfeilern, und die Befestigung der Lager an den Granitblöcken in kurzer Zeit ausführen, und die Gefahr dieser Operation für das grofse Instrument war völlig vermieden.

Wenn das Instrument aufgestellt ist, so sind seine allgemeinen Berichtigungen sehr einfach. Die Gesichtslinie wird durch Umlegung senkrecht auf die Achse gemacht, die Neigung der Achse durch die umzuhängende Hängelibelle weggeschafft. Die etwa noch nach der Berichtigung nachbleibende Abweichung der Achse von der Horizontalität wird beobachtet. Der Fehler der Gesichtslinie, so wie der Einfluss einer ungleichen Dicke der Zapfen eliminiren sich durch den Gebrauch in den beiden Lagen des Instruments. Die gleiche Dicke der Zapfen dieses Instruments hatte ich in früheren Jahren vielfach geprüft. Aber eine Eigenthümlichkeit besitzt dieses Instrument, dafs nemlich der Winkel der Gesichtslinie mit der Umdrehungsachse veränderlich ist, um  $4,2$  vom Horizonte bis zum Scheitel genau dem  $\text{Cosinus}$  der Zenithdistanz proportionirt, und zwar nach der Seite zu, wo der Index I auf der Achse sitzt. Die vollständige Untersuchung hierüber findet sich in den Obs. Dorp. Vol. III., Seite XXV., und zeigt, dafs das angenommene Gesetz dieses Fehlers in völliger Strenge gilt. Ein Fehler, dessen Gesetz bekannt ist, dessen Einfluss also berechnet werden kann, hört auf ein Fehler zu sein. Ausserdem ist aber diese Veränderlichkeit der Gesichtslinie völlig gleichgültig für die Bestimmung der Polhöhe im ersten Verticale, wenn Beobachtungen in beiden Lagen verbunden werden.

So grofs das Instrument ist, so läfst es sich doch mit Leichtigkeit in wenig

Minuten von zwei geübten Personen aus freier Hand umlegen. Dies ist wichtig, weil die Anbringung eines Umlegeapparats Vorkehrungen erfordert, die in einem Zelte sich nicht bequem anbringen lassen.

Für den Transport ist das Instrument ganz zerlegt worden. Nur die Achse nebst den beiden konischen Streberöhren blieben zusammen.

### METEOROLOGISCHE INSTRUMENTE.

Ich bediente mich zur Berechnung der Refraction der meteorologischen Angaben eines Barometers von Brücker in Dorpat und eines Thermometers von Böcker in Abo. Zur Sicherheit hatte ich ein zweites ähnliches Exemplar des Barometers und Thermometers mit, welche mit den ersteren verglichen worden waren, und also, wenn ein Unfall eingetreten, an deren Stelle hätten gebraucht werden können. Diese Reserven traten aber nicht in den Gebrauch ein. Alle meteorologischen Beobachtungen der Gradmessung in den Jahren 1826 und 1827 sind an den genannten Instrumenten gemacht; nur für eine Reihe von Beobachtungen von Polaris und Gemma in Dorpat im Jahre 1825 hatte ich die beständig auf der Sternwarte im Gebrauch befindlichen meteorologischen Werkzeuge angewandt. Das Barometer und das Thermometer der Gradmessung mußten also mit denen der Sternwarte verglichen werden, theils um alles gleichförmig zu haben, theils um aus den für die Instrumente der Sternwarte bekannten Correctionen auch die der Instrumente der Gradmessung zu erhalten, und so absolute nicht bloß relativ richtige Refractionen zu erhalten; aber auch für die relativen Quantitäten war es nothwendig nachzuweisen, daß der Transport das Barometer nicht geändert habe.

### VERGLEICHUNG DES BAROMETERS DER GRADMESSUNG MIT DEM DER STERNWARTE.

Das Barometer der Gradmessung ist nach einer höchst bequemen von meinem verehrten Collegen Parrot junior, dem Ersteiger des Ararats, angegebenen Einrichtung ausgeführt. Die Röhre desselben ist frei; der untere Nullpunct ist durch einen Schwimmer von Elfenbein bestimmt. Die getheilte Scale giebt Pariser Linien. Das Thermometer am Barometer, um die Temperatur des Quecksilbers anzugeben, hat die Reaumursche Theilung. Das Barometer der Sternwarte ist das, welches bei allen Beobachtungen am Meridiankreise gebraucht ist. Ist seine Angabe in Pariser

Linien  $b$ , und  $b'$  die wahre Barometerhöhe, so hat man, nach Obs. Dorp. Vol. IV P. XXXIX,  $b' = b + 0,5 + \frac{1}{35} (b-336)$ . Nenne ich nun  $\beta$  die Angabe des Gradmessungsbarometers, so gaben:

4 Vergleichen 1826. vor der Abreise nach Jacobstadt:  $b' = \beta - 0,08$  Lin.

16 — — 1827. vom 17. bis 28. Julius  $b' = \beta + 0,03$  Lin.

3 — — 1828. am 14. und 15. Junius  $b' = \beta + 0,03$  Lin.

Im Mittel bedarf  $\beta$  also keiner 0,01 Linie betragenden Correction, welche ganz vernachlässigt werden kann. Die Veränderung von 0,14 Linie von 1826 auf 1827 mögte vielleicht nur zufällig sein, ist aber auch so klein, daß sie nicht in Betracht kommt, da sie die Quantität der Refraction noch nicht um  $\frac{1}{30000}$  ändert, also nur 0,01 für den Polarstern. Die Vergleichen selbst sind so angestellt, daß die beiden zu vergleichenden Barometer nebeneinander hingen.

#### VERGLEICHUNG DES THERMOMETERS DER GRADMESSUNG MIT DEM NORMALTHERMOMETER DER STERNWARTE.

Die Scale des Normalthermometers ist in Reaumursche, die des Böckerschen Thermometers die Fahrenheitsche. Es sei  $t$  eine Ablesung am Normalthermometer,  $t'$  die dieser entsprechende wahre Temperatur (Siehe Obs. Dorp. Vol. IV. p. XL.) und  $\tau$  der entsprechende Stand des Thermometers der Gradmessung an seiner Scale,  $\frac{5}{9} (\tau - 32) = \sigma$ , so erhielt ich folgende Vergleichen:

1826. im April bei  $\sigma = + 9,40$  Reaum.  $t = \sigma - 0,67$ ;  $t' = \sigma - 0,42$  aus 8 Vergl.

1827. 25. April — —  $+ 0,30$  —  $t = \sigma - 0,51$ ;  $t' = \sigma - 0,34$  — 3 —

— 25. April — —  $+ 10,70$  —  $t = \sigma - 0,68$ ;  $t' = \sigma - 0,42$  — 9 —

— 26. — — —  $+ 19,70$  —  $t = \sigma - 0,735$ ;  $t' = \sigma - 0,42$  — 3 —

— 26. — — —  $+ 28,30$  —  $t = \sigma - 0,92$ ;  $t' = \sigma - 0,60$  — 7 —

Aus diesen Vergleichen erhält man nach der Methode der kleinsten Quadrate für  $\sigma$  die Correctionsgleichung:

$$t' = \sigma - 0,329 - 0,00812 \sigma. \sigma = \sigma. 0,99188 - 0,329,$$

welche die 5 Vergleichen mit den Fehlern  $0,01$ ;  $0,02$ ;  $0,00$ ;  $0,07$  und  $0,04$  Reaumur darstellt. — Die Versuche 1) und 3) wurden an den im Sale der Sternwarte frei neben einander hängenden Thermometern angestellt; der Versuch 2) wie beide Thermometer in schmelzenden Schnee getaucht waren; die Versuche 4) und 5) wie sie sich in einem Gefäße mit Wasser, welches mit schlechten Wärmeleitern umgeben war, befanden.

## DIE HÜLSAPPARATE.

Unter Hilfsapparaten verstehe ich alle Mittel zur Aufstellung, Beschirmung und Fortbringung der Instrumente. Die Einrichtung derselben gestattet mancherlei Willkühr. Ein jeder wird leicht die für seine Umstände zweckmässigsten Mittel auswählen. Kurz mögen daher die von mir gebrauchten Hilfsapparate dargelegt werden.

Ein fester Tisch dient zur Aufstellung des Universalinstruments. Er besteht aus 3 starken Füßen, welche oben und unten vermittelst eiserner Stangen zusammengeschraubt werden. Die Höhe dieser Füße beträgt 42 Zoll. Auf die Füße wird ein viereckiges Tischblatt aufgelegt, welches Oeffnungen hat, so daß die Füße durchgehen. Stifte befestigen das Blatt an die Füße. Die Seiten desselben sind 22 Zoll lang. Das Instrument kann, da die Füße durch das Blatt durchragen, unmittelbar auf die Füße mit seinen Platten aufgestellt werden. So dient das Tischblatt nur zum Schutz gegen Staub von unten, dann aber zur Aufstellung eines Schränkchen, worin das Instrument eingeschlossen ist, wenn nicht beobachtet wird. Vier Rahmenstücke, von innen mit Segeltuch, von aussen mit Wachseleinwand überzogen, sind die Seitenwände des Schrankes; eine Platte, wie das Tischblatt, aber leichter, deckt ihn von oben. Die ganze Höhe des Schrankes beträgt 26 Zoll. Tisch und Schrank werden für den Transport ganz auseinander genommen. Um das Universalinstrument beim beobachten selbst vor Wetter, Wind und Sonnenstrahlen zu schützen, bediente ich mich eines eigenen Zeltes, welches an zwei Stangen aufgestellt und durch Zeltschnüre angespannt wurde. Das Dach desselben war ein doppeltes, die senkrechte Seitenwand eine einfache. In dieser befanden sich Klappen, welche geöffnet Aussicht nach jeder beliebigen Richtung gestatteten. Die Länge des Zeltes ist 14 Fufs, die Breite 8 Fufs, die Höhe der senkrechten Wand 5 Fufs, die ganze Höhe 9 Fufs. Der Tisch des Universalinstruments wird in der Mitte zwischen den beiden Stangen, welche 6 Fufs von einander abstehen, aufgestellt. Dann ist im Zelte noch Raum für alle übrigen Bedürfnisse, selbst wenn es zur Wohnung für 3 Personen dient. Bei Azimutalbeobachtungen durch

den Polarstern wurde das äufsere Dach auf der Nordseite aufgezogen, und in das untere eine nach dem Stern gerichtete Oeffnung geschnitten, welche nachher wieder zugenäht wurde.

Die beiden Verticalkreise wurden auf sehr schwere Tische mit drei Füfsen von 3 Fufs 6 Zoll Höhe aufgestellt. Diese Tische waren nicht auseinander zu nehmen. Unten ist jeder Tisch mit einem Kasten umgeben, in welchen Steine hineingelegt werden, um dem Tische eine feste Stellung zu schaffen. Das Tischblatt ist rund und hat 21 Zoll Durchmesser, bei 3 Zoll Dicke. In dasselbe sind 4 Löcher gebohrt, in welche 4 hölzerne Säulen eingesetzt werden. Auf diese kommt von oben ein dem Tischblatt gleicher aber dünnerer Deckel zu liegen, von welchem eine Trommel von Segeltuch herunter hängt, Hiedurch ist, wenn nicht beobachtet wird, das Instrument geschützt, da diese Trommel unterhalb des Tischblattes zugezogen werden kann. Zur Bedachung jedes Verticalkreises diente ein Piramidzelt, mit quadratischer Grundfläche, von 4 Stangen getragen. Die Höhe des Zeltes beträgt 12 Fufs, die Seite der Grundfläche 12 Fufs. Bis zur Höhe von 7 Fufs ist das Segeltuch auf die Stangen festgenagelt, und nur ein kleiner Eingang von einer Seite durch eine Klappe gelassen, die fest gemacht werden kann. Diese Höhe ist etwas gröfser, als die des höchsten Theils des auf dem Tische aufgestellten Instruments, so dafs, wenn das Obertheil des Zeltes abgedeckt wird, kein Wind das Instrument treffen kann. Die Bedachung des Obertheils des Zeltes ist ein piramidaler Sack aus Segeltuch, der von oben übergezogen wird, und dann über das untere Segeltuch übergreift. Bei Beobachtungen wird dieser Sack abgezogen, wodurch, wenn die Richtung der Seitenwände des Zeltes mit den Weltgegenden nahezu übereinstimmt, der Meridian sowohl als der erste Vertical bis nahe ans Zenith frei werden. Das Instrument steht dann wie unterm freien Himmel, nur völlig durch die festen Seitenwände gegen jeden Wind geschützt. Der Boden des Zeltes wird um den Tisch herum gedielt, so dafs die Bretter an der Peripherie ruhen, und folglich die Last des Beobachters vom Tische des Instruments bis auf die Peripherie des Zeltes verlegt wird. Wenn nun die festen Seitenwände auch an den Umfang des Fufsboden angenagelt werden, und dieser von unten mit Rasen umlegt wird, so ist das Zelt auch von unten dicht gegen jeden Zugwind.

Das Zelt fürs grofse Mittagsrohr hat zur Grundfläche ein Rectangel von 20 Fufs Länge und 12 Fufs Breite. Die senkrechten Seitenwände sind 6 Fufs hoch. Das Dach ist mit den Seitenwänden vereinigt, und nach allen vier Seiten verjüngt. Oben endet es in einem Rahmen von 13 Fufs Länge und 15 Zoll Breite, an den von allen Seiten das Segeltuch angenagelt ist. Dieser Rahmen ruht auf zwei  $6\frac{1}{2}$  Zoll

starken 13 Fufs hohen runden Stangen, welche 12 Fufs von einander abstehen und das ganze Zelt tragen. Wenn die Stangen in der Richtung des ersten Verticals aufgestellt sind, so bildet der Rahmen einen im ersten Vertical liegenden Durchschnitt, der 10 Zoll weit ist, und nach Ost und West bis  $40^\circ$  Zenithdistanz fürs aufgestellte Instrument hinabreicht. Ein zweiter diesem inneren ähnlicher Rahmen ruht auf denselben durch den ersten durchgehenden Stangen, und trägt das zweite Dach, welches bedeutend weiter ausreicht als das innere. Beide Rahmen werden durch ein bewegliches Segeltuch mittelst Schnüre geschlossen, und sind alsdann völlig dicht gegen Regen. Das Zelt wird so gedielt, dafs die Balkenunterlagen den Boden nur in den Winkelpuncten, also in möglich größter Entfernung von den Pfeilern des Instruments berühren. Die Aufstellung des Mittagsrohrs ist bei der Beschreibung erwähnt.

Die Böcke zur Aufstellung der Meßstangen sind als ein wesentlicher Theil des Meßapparats bei der Beschreibung desselben angegeben.

Schon im Jahre 1822 setzten die damals häufigen Gewitter mich nicht selten in Unruhe, wenn Instrumente und Beobachter sich auf den höchsten Puncten des Landes unter dem Zelte befanden. Auf dem Mariomaggi schlug der Blitz in einen trocknen Baum, der nahe beim Zelte war, und entzündete ihn. Dies veranlafste mich, einen tragbaren Blitzableiter mitzunehmen. Derselbe bestand, nach dem Rathe meines hochverehrten Collegen, Professors der Physik Parrot senior, aus einer Stange von Eisen, auf welche ein kupfernes Ende mit goldner Spitze aufgeschraubt ward. Als Leiter diente eine Flechte von 24 Dräthen von Messing, jeder 0,6 Linie dick. Die Länge dieser Flechte betrug 60 Fufs. An eine etwa 20 Fufs hohe Stange ward dieser Blitzableiter neben dem Zelte aufgestellt, so dafs 40 Fufs der Ableitungsflechte mit dem Erdboden in Berührung blieben. Im Jahre 1823 auf dem Ebbaferberge ward dieser Ableiter vom Blitz so getroffen, dafs die kupferne Spitze umgebogen wurde. Da das Flechtwerk sich sehr leicht aufrollen läßt, so ist das fortbringen desselben sehr bequem.

Ein zweckmäfsig eingerichteter Reisewagen auf sehr guten Federn ruhend, in Form einer Russischen Britschke, diente bei den terrestrischen Messungen zum Transporte des Universalinstruments, der beiden Beobachter und des Bedienten, eines Fernrohrs, eines Heliotrops, eines Kasten mit Werkzeugen, des Ableiters, des Zeltes fürs Universalinstrument und der Zeltstangen, eines Taus nebst Winde und des übrigen Reisegepäcks. Es war sehr bequem, so alles, was an jeder Station gebraucht wurde, ungetrennt fortzubringen. Die Kasten des Universalinstruments waren mit Lederüberzügen versehen, um welche Tragriemen gingen. Vermittelst

der Zeltstangen, die unter die Tragriemen durchgezogen werden konnten, wurden die Kasten vom Wagen bis nach dem Standpuncte, jeder von zwei Menschen getragen, mitunter ziemlich weit, so in Sagnitz nach Lenard hinauf 11 Werst.

Die Hilfsmittel zur Fortbringung der vielen im Jahre 1826 in Jacobstadt und Hochland gebrauchten Instrumente und Apparate sind im Tagebuche angegeben worden.

Für den Transport der Mefsstangen und des Mafsvergleichers, zum Behufe der Messung der Grundlinie, ward das Untergestell einer grofsen Kutsche genommen. Zwischen den Federn ward ein Rahmen angebracht, auf welchem der ganze Apparat zu liegen kam, der folglich ganz auf den Federn ruhte. Da der Mefsapparat im Pastorat St. Simonis blieb, bis wir die Verbindung der Basis mit den Dreiecken ausgeführt hatten, und inzwischen der Winter eingetreten war: so ward des tiefen Schnees wegen derselbe auf Schlitten nach Dorpat zurückgesandt, indem jeder Packkasten einer Stange hinten und vorne auf einem eignen kleinen Schlitten auf-ruhte. Sorgfalt mufste auf dem Transport der Mefsstangen verwandt werden, weil ich hoffte, dafs der Stand der die absolute Länge bestimmenden Fühlhebel nicht beim Transporte sich verändern würde. Der Erfolg rechtfertigte diese Hoffnung.

---



## DIE SIGNALE.

Die Signale an den Standpuncten der Gradmessung sind zweierlei Art. Tafel XIII., Fig. 3 und 4, stellt ein Signal erster Art, Fig. 5 und 6 eins zweiter Art dar, von der Seite und von oben gesehen.

### SIGNAL ERSTER ART. TAF. XIII. FIG. 3 UND 4.

Auf 5 starken Pfosten ruht eine Kreutzwelle. Vier auf dieser sich stützende Streben tragen den senkrecht stehenden Visirbalken, der 7 Fufs frei hervorsteht, und einen Durchmesser von 8 bis 12 Zoll hat. Dieser Visirbalken ist cylindrisch und steht vollkommen senkrecht, seine Achse ist die Linie, nach welcher für die Messung der Horizontalwinkel visirt wird. Die 4 Streben sind in einer Ausdehnung von 9 Fufs von oben mit Brettern gedeckt, und bilden so eine rundum feste abgestumpfte Piramide, auf deren halbe Höhe bei den Verticalwinkeln gezieht wurde. Das ganze Signal ist schwarz mit Oelfarbe gestrichen. Die schwarze Farbe des Visirbalken ist wesentlich. Durch sie trennt sich derselbe beständig vollkommen vom hinterliegenden Himmel, ohne eine Phase darzubieten. Ebenso ist für die Visirung in verticalem Sinne die Piramide hinlänglich von der Schwelle getrennt. Die obere Begränzung der Piramide ist bei den meisten Signalen dieser Art 16 Fufs über der Schwelle. In Palzmar und Ramkau betrug diese Höhe 24 Fufs. In Nessaulekalns fehlte die Piramide, statt derselben war nur ein Bretterkranz von  $2\frac{1}{2}$  Fufs Breite, dessen Begränzungen Horizontallinien sind, um die Streben befestigt.

### SIGNAL ZWEITER ART. TAF. XIII. FIG. 5 UND 6.

Das Signal zweiter Art ist einfacher in seiner Bauart, als das der ersten. Der Visirbalken hat in der Regel 15 Fufs Höhe von der Schwelle an, von welchem 6 Fufs über den ihn stützenden Streben frei hervorragend. Dieser freie Theil ist viereckig, der leichteren Ausführung wegen. Auch dieses Signal ist ganz schwarz.

Der freie Visirbalken ist das Visiobject für die horizontalen Winkel. Für die Zenithdistanz wurde auf die obere Berührung der Streben mit dem Visirbalken gezielt, welche 9 Fuß über der Oberfläche der Schwelle stattfand, einige Male auf die Spitze des Visirbalken, in Daborskalns auf einen drei Fuß breiten Kranz.

Die Signale erster Art finden sich an den südlicheren Stationen der größeren Dreiecke. Die Signale zweiter Art sind an den Stationen der kleineren Dreiecke. Sie wurden später errichtet, als die Erfahrung mich belehrt hatte, daß für die kleineren Dreiecke die kostbaren Signale erster Art durch solche ersetzt werden konnten. Alle diese Signale sind von sehr regelmäßiger Zimmermannsarbeit, und alle Visirbalken stehen völlig senkrecht, mit Ausnahme des einzigen in Lenard, der auf seine ganze freie Länge um 2 Zoll von der senkrechten abweicht.

Als Mittelpunkt des Signals nehme ich für beide Arten den in der Mitte der Kreutzschwelle liegenden Punct an. Diese besteht nemlich aus 2 etwa 21 Fuß langen Balken, welche sich unter einem rechten Winkel durchschneiden. Jedem ist im Durchschnitt die halbe Höhe ausgenommen, so daß sie auf einander gesetzt eine gemeinschaftliche Oberfläche haben, welche genau wagerecht liegt. Ihr gemeinschaftlicher Durchschnitt bildet auf dieser Oberfläche ein Quadrat. Zieht man die beiden Diagonalen des Quadrats, so giebt deren Durchschnittspunct den Mittelpunkt des Signals an.

Wenn das Signal völlig regelmäßig ausgeführt ist, so muß die Achse des Visirbalken genau senkrecht über dem Centro der Schwelle sein. Dies ist bei allen Signalen zwar bis auf wenige Zoll der Fall, aber grade diese wenigen Zolle und ihre Richtung müssen genau bestimmt werden, um den Visirpunct des Signals auf seinen Mittelpunkt reduciren zu können. Diese Centrirung des Signals geschieht vermittelst des kleinen Passageninstruments. Siehe Seite 48.

Die Centrirung des Signals erster Art hat gar keine Schwierigkeit, weil das Centrum des Signals frei ist, und die Durchschnitte der einzelnen durch das Centrum des Visirbalken gehenden Verticalebenen sich auf der Oberfläche der Signalschwelle verzeichnen lassen. Bei den Signalen zweiter Art ist es am bequemsten, auf das Ende des Visirbalken ein kleines etwas hervorragendes Brettchen zu befestigen, und auf demselben zwei Puncte zu bezeichnen, die gleich weit nach entgegengesetzter Richtung vom Centro des Balken abstehen, und die Projectionen dieser beiden Puncte auf die Schwelle durch das Passageninstrument zu finden. Die Projection des Centri des Visirbalken muß in der Mitte zwischen den Projectionen der bei-

den Punkte liegen, und eine graphische Construction giebt dann die Lage desselben gegen das Centrum der Schwelle.

In verticaler Rücksicht sehe ich die Oberfläche der Signalschwelle als diejenige Horizontalebene an, auf welche bei jedem Signale alles reducirt werden muß. Zur Centrirung eines Signals erster Art gehören also die senkrechten Abstände der untern und obern Begränzung der Piramide von dieser Horizontalebene. Für ein Signal zweiter Art ist der verticale Abstand der obersten Berührung der Streben mit dem Visirbalken von der Horizontalebene der Schwelle erforderlich.

---

## ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ÜBER WINKELMESSUNG.

Alle astronomischen und geodätischen Messungen sind entweder Messungen eines Winkels zwischen zwei Richtungslinien in der jedesmaligen Ebene durch dieselben, oder der Projection eines Winkels auf eine ihrer Lage nach bestimmte Ebene durchs Instrument, den Horizont oder den Aequator. Die Richtungslinien können in Bezug auf den Beobachter und sein Instrument eingetheilt werden in unbewegliche und bewegliche. Beweglich sind die Richtungslinien nach den Himmelskörpern, wegen der Drehung der Himmelskugel und der Ortsveränderung an derselben. Unbewegliche Richtungen sind die nach den irdischen Objecten, und den festen Puncten der Himmelskugel, welche ihre Stellung gegen den Horizont nicht ändern, Scheitelpunct, Pol, Nordpunct des Horizontes. Diese letzten Richtungen sind aber nicht durch Visiropjecte bezeichnet. Die Schwere giebt uns den Scheitelpunct an; die Umdrehung der Himmelskugel läßt uns den sichtbaren unbeweglichen Punct derselben, den Nordpol, finden. Beide sind Pole der obengenannten Projectionsebenen, Horizont und Aequator. Durch Scheitel und Pol findet sich der Nordpunct des Horizonts. Eine Verbindung dieser beiden Eintheilungsprincipien führt zu folgender Classification der Winkel:

- 1) Winkel zwischen zwei unbeweglichen Visirpuncten in beliebiger Ebene. Distanz terrestrischer Objecte.
- 2) Winkel zwischen zwei beweglichen Visirpuncten in beliebiger jedesmaliger Ebene. Distanz der Gestirne.
- 3) Auf den Horizont projicirte Winkel zwischen zwei unbeweglichen Visirpuncten. Azimutaldifferenz terrestrischer Gegenstände.
- 4) Auf den Horizont projicirte Winkel zwischen zwei beweglichen Gegenständen. Azimutaldifferenz der Sterne.
- 5) Auf den Aequator projicirte Winkel zwischen zwei beweglichen Gegenständen. Unterschied der geraden Aufsteigung der Sterne.

- 6) 7) Winkel zwischen dem Scheitelpunct und einem festen oder beweglichen Gegenstande. Zenithdistanzen irdischer Objecte, des Pols und der Gestirne.
- 8) 9) Winkel zwischen dem Pol und einem festen oder beweglichen Objecte. Polardistanzen irdischer Gegenstände und der Sterne.
- 10) 11) Auf den Aequator projecirte Zenithdistanz = Stundenwinkel der terrestrischen Objecte und der Sterne.
- 12) 13) Auf den Horizont projecirte Distanzen unbeweglicher und beweglicher Objecte vom Nordpuncte desselben. Absolute Azimute.

Fügen wir den Puncten an der Himmelskugel noch den beweglichen Aequinoctialpunct bei, der durch den Durchgang der Sonne durch den Aequator bestimmt wird, so haben wir noch:

- 14) Auf den Aequator projecirte Entfernung eines Sterns vom Aequinoctialpuncte. Absolute gerade Aufsteigung.
- 15) Auf den Aequator projecirte Zenithdistanz des Aequinoctialpuncts. Gerade Aufsteigung der Mitte des Himmels.

Ein vollständiges Lehrbuch der practischen Astronomie und Geodäsie müßte die Hilfsmittel zur Ausführung der genannten Winkelmessungen theils nach allgemeinen Grundsätzen lehren, theils in den speciellen bisher ausgeführten Instrumenten. Hier glaube ich den gelegenen Ort zu einigen allgemeinen Betrachtungen zu haben.

Die Genauigkeit eines gemessenen Winkels hängt ab 1) von der Richtigkeit der Theilung des Instruments; 2) von der Unveränderlichkeit desselben; 3) von der Sicherheit der Beobachtung, d. i. der Genauigkeit im zielen und im ablesen. Die Fehler des zielen und ablesen sind zufällige Fehler, ihr Einfluß kann durch öfteres Wiederholen der Beobachtung bis zu jeder beliebigen Gränze verkleinert werden, im Verhältniß der Quadratwurzel aus der Zahl der Beobachtungen.

Die Genauigkeit der Theilung der Münchener Instrumente ist eine bewunderungswürdige. Alle Theilungen der verschiedenen Instrumente sind Copien von derselben Theilmaschine, auf welcher die Meridiankreise getheilt sind. Bessels Untersuchungen über den Königsberger dreifüßigen Meridiankreis, und meine über den hiesigen haben gezeigt, daß das Mittel aus 4 um  $90^\circ$  von einander abstehenden Theilstrichen keinen von einem Gesetze abhängigen Fehler größer als  $\pm 0,3$  hat, eine Quantität, welche für den Radius von 18 Zoll nur  $\frac{1}{38000}$  Zoll also weniger als  $\frac{1}{30000}$  Linie beträgt. Die zufälligen Fehler der einzelnen Theilstriche sind kleine Brüche der Secunde. Bessel fand ihren wahrscheinlichen Werth bei seinem Kreise  $0,33$ ; ich  $0,13$  (Obs. Dorp. Vol. VI. P. XXXVII). Diese zufälligen Fehler stammen erst-

lich von den zufälligen Abweichungen der Originaltheilung her, zweitens von den Fehlern der Einstellung des Mikroskops auf die Theilstriche beim Abtragen der Urtheilung, drittens von den Abweichungen des Schneidezeugs durch Ungleichheiten des Metalls, worauf geschnitten wird. Offenbar ist in Bezug auf die regelmässigen Fehler keine Ursache vorhanden, weswegen die kleineren Instrumente nicht denselben Grad der Genauigkeit haben sollten, wie die gröfsern. Auch die Einstellungen des Mikroskops behalten dieselbe Genauigkeit, wenn bei allen Instrumenten gleich sorgfältig verfahren wird. Nur die Abweichungen des Schneidezeugs können bei kleineren Instrumenten gröfsere Fehler erzeugen, im umgekehrten Verhältnifs der Radian. Hieraus folgt, dafs abgesehen von den Visirfehlern die relative Genauigkeit der Winkelmessung an Münchener Instrumenten verschiedener Dimension, vorzugsweise von der Sicherheit abhängig ist, mit welcher die Theilungen abgelesen werden können.

Alle Münchner Winkelmesser sind mit Vernieren versehen. Die Genauigkeit der Ablesungen an den Vernieren ist oft in Zweifel gezogen worden. Um sie näher zu erörtern an Instrumenten verschiedner Gröfse, machte ich kürzlich mit Herrn Observator Preufs eine Reihe gemeinschaftlicher Versuche. Derselbe Stand des Verniers ward von uns beiden abgelesen. Dann ward der Vernier verstellt und wieder abgelesen, aber nun in veränderter Ordnung der Beobachter. So ward eine Reihe Ablesungen gemacht, deren Unterschiede theils im Mittel die constante Differenz zwischen den beiden Beobachtern angaben, theils durch ihre Abweichungen vom Mittel den wahrscheinlichen Fehler für eine einzelne Differenz, und unter Voraussetzung gleicher Genauigkeit, für jeden Beobachter. Ich wählte hiezu 4 Instrumente, den Meridiankreis, von 3 Fufs Durchmesser, dessen Vernier 2" angiebt, den Verticalkreis von 18 Zoll Durchmesser, dessen Vernier 4" giebt, den 13zolligen Horizontalkreis des Universalinstruments, dessen Vernier 4' giebt, und den achtzolligen Kreis des Theodoliten in horizontaler Lage, der durch den Vernier in 10" getheilt ist. Die Resultate sind, wenn S—P die constante Differenz zwischen den Ablesungen von mir und Preufs bedeutet, folgende:

Instrument.	Zahl der Beobacht.	S—P.	Wahrscheinlicher Fehler einer Ables. an ein. Vern. für jeden Beobachter.
Meridiankreis von 36 Zoll Durchmesser	48	— 0,67	0,60
Verticalkreis — 18 — — — —	22	+ 2,59	0,84
Universalinstr. — 13 — — — —	40	+ 1,90	0,54
Theodolit — — 8 — — — —	12	— 0,08	2,00

Am Meridiankreise war die Beleuchtung etwas schwach, hierdurch wurde die Sicherheit der Ablesungen etwas gestört; am Universalinstrument ist dieselbe so groß, daß der wahrscheinliche Fehler der Ablesung nur 0,54 an jedem Verniere beträgt  $= \frac{1}{4900}$  Linie für den Radius von 6,5 Zoll. Die Bequemlichkeit der Ablesung beim horizontalen Kreise nebst der vorzüglich günstigen Beleuchtung waren die Ursachen dieser Schärfe. Beim Theodoliten bemerken wir, daß weil der Vernier erst 10" anzieht, die Schätzung unsicherer wird. Aus allem folgt eine dem unerfahrenen gewiß überraschende Sicherheit der Ablesungen, deren wahrscheinlicher Fehler fürs Mittel aus 4 Vernieren:

für den Meridiankreis	= 0,30,
— — Verticalkreis	= 0,42,
— das Universalinst.	= 0,27,
— den Theodoliten	= 1,00.

Auf einem gänzlich verschiedenen Wege, durch 186 Beobachtungen im Jahre 1823 während der Winkelmessung, habe ich den w. F. einer Ablesung eines Verniers am Universalinstrument = 0,74, also fürs Mittel aus 4 Vernieren = 0,37 gefunden. Siehe Schumachers astr. Nachr., Band 2, Seite 440. Dieser etwas größere w. F. möchte als die richtigere Bestimmung anzusehen sein, weil sie auf einer großen Zahl von Beobachtungen unter mannigfaltigen Umständen einer geodätischen Operation beruht.

Wir folgern hieraus, daß Reichenbach, bei der Einführung der Verniere für alle seine Winkelmesser, das Ziel der Genauigkeit, welches er sich vorgesetzt haben mußte, völlig erreicht hat, und daß seinen Instrumenten aus dem Gebrauche der Verniere kein Vorwurf der Ungenauigkeit entstehen kann. Durch den Gebrauch der Mikroskope kann zwar die Sicherheit der Ablesungen gesteigert werden. Aber diese sind sehr zusammengesetzte Apparate; ihre Anbringung bei transportablen Instrumenten ist kaum noch möglich. Für feste Instrumente größerer Art wäre ihr Vorzug entschieden, wenn die Untersuchung der Constanz ihrer Stellung nicht schwieriger wäre als für Verniere.

Nach dieser Betrachtung über die Genauigkeit der Theilungen und der Ablesungen an den Münchner Instrumenten, können wir eine Würdigung der Repetitionsmethode, in Bezug auf diese Werkzeuge, versuchen. Der Zweck der Messung durch Repetition ist ein gedoppelter, erstlich durch öfteres beobachten den Einfluß der Beobachtungsfehler zu verringern, zweitens durch Messung auf aneinander gränzenden Bogen den Fehler der Theilung und Ablesung so vielmal zu verringern, als



die Zahl der Repetitionen beträgt. Die Bedingung zur Erreichung dieses letzten Zweckes ist, daß der Anfangspunct jeder neuen Messung auf dem Limbus identisch sei mit dem Endpuncte der vorhergehenden. Aber dieser Bedingung tritt ein unüberwindliches Hinderniß entgegen. Limbus und Vernierkreis müssen gemeinschaftlich um den gemessenen Bogen zurückgestellt werden, ohne daß irgend eine relative Veränderung zwischen ihnen statt findet. Dann muß bei horizontalen Winkeln das so genannte untere Fernrohr, oder bei senkrechten die Libelle um denselben Winkel vorwärts gedreht werden um die Achse des äußern Kreises. Die eine Drehung bringt einen Schwung der ganzen Masse hervor, die zweite eine Tendenz des äußeren Kreises sich nach der Richtung hin zu verstellen, wohin der bewegliche Theil gedreht ward. Beide Ursachen müssen eine relative Verstellung der beiden Kreise erzeugen, wenn wir ihre Hemmung gegeneinander nicht als absolut fest ansehen können. Diese Hemmung muß wegen der feinen Einstellung durch Klemme und Mikrometerschraube an einem einzigen Puncte der Peripherie statt finden. Sie kann aber, der Elasticität der Metalle so wie des todten Ganges der Schraube wegen, nicht als vollkommen selbst für diesen Punct gelten. Außerdem aber muß der nothwendige Spielraum im Centro eine Veränderung der Excentricität zulassen, d. h. eine Verstellung beider Kreise gegeneinander um den Hemmungspunct, welche bei der Drehung des unteren Fernrohrs oder der Libelle eintreten wird. Dieser Spielraum im Centro muß außerdem bei der Beobachtung der Verticalwinkel eine Verstellung beider Kreise durch die Schwere erzeugen, sobald die Lage des gehemmten Radius gegen den Scheitelpunct geändert wird. Dies ist der von Bohnenberger entdeckte Fehler der Repetitionsmethode bei Verticalwinkeln. Aber die obige Betrachtung zeigt, daß der Spielraum im Centro ebenfalls in jeder andern Ebene, auch der horizontalen, Einfluß äußern muß, und daß außerdem der Schwung bei der gemeinschaftlichen Drehung eine relative Verstellung erzeugen kann. Zu diesen beiden Fehlerquellen, Schwung und Spielraum, kommt bei der bisherigen Bauart der Instrumente noch eine dritte. Die Friction im Centro widersetzt sich jeder Drehung des einen Kreises gegen den andern, und diese wird daher durch die von der Mikrometerschraube an der Peripherie ausgeübte Kraft erst dann erfolgen, wenn eine so große Biegung der Speichen erzeugt ist, daß deren Federkraft die Friction überwindet. Das untere Fernrohr und die Libelle sind aber an unsern Instrumenten mit der Achse des einen Kreises verbunden. Es kann daher eine Verstellung der Verniere = B der Biegung der Speichen entstehen, welche vom Fernrohr und der Libelle nicht getheilt wird; eine einzelne Winkelmessung kann daher um

± 2B fehlerhaft werden, wenn die Richtung der beiden Einstellungen mit der Mikrometerschraube in entgegengesetztem Sinne war. Dieser Fehler kann nun zwar sich nicht wiederholen in demselben Sinne, aber nach  $n$  Repetitionen kann doch ein Fehler von  $\frac{2B}{n}$  bleiben, wenn die allererste und letzte Einstellung nicht übereinstimmen, im Fall man annehmen darf, daß  $B$  immer constant bleibt. Ist  $B$  variabel, so ist die Wirkung auf das Endresultat eine zusammengesetzte. Wie groß der Einfluß dieser verschiedenen Fehlerquellen bei der Repetitionsmessung ist, läßt sich schwerlich schätzen. Aber das vorhandensein derselben ist unbezweifelt, auch bei Horizontalwinkeln, und ich erwähne hier der Erfahrung, welche ich in Schumachers astr. Nachr., Band 2, Seite 433, angeführt habe. Nach dieser zeigten sich bei den Repetitionsmessungen im Jahre 1822 auf 7 Stationen alle Winkel von der linken zu der rechten Hand gemessen größer als bei entgegengesetzter Richtung. Auch unser berühmter Geometer Gauss hat bei seinen geodätischen Messungen constante Fehler der durch Repetition gefundenen Horizontalwinkel erkannt. Je vollkommener ein Instrument gearbeitet, je geringer die Friction in demselben, desto geringer werden die constanten Fehler bei Repetitionsmessungen ausfallen, aber nur zufällig können sie sich gegenseitig aufheben.

Jetzt ergibt sich sogleich die Würdigung der Repetitionsmethode. Ist die Theilung eines Instruments eine unvollkommene: so wird man durch Anwendung der Repetition zwar rasch diejenige Gränze der Genauigkeit erreichen, welche die constanten Fehlerquellen gestatten, aber nie kann man über dieselbe hinausgehen. Die Wiedereinführung der von Tobias Mayer erfundenen Repetition durch Borda war, bei der Unvollkommenheit der damaligen Instrumente, ein wahrer Gewinn für die geodätischen Beobachtungen. Aber alle nach dieser Methode erreichten Resultate können auf den höchsten Grad der Sicherheit keinen Anspruch machen, am wenigsten die Zenithdistanzen. Reichenbach gab den tragbaren Instrumenten eine alles frühere weit übertreffende Eintheilung. Schon früh war ihm die Gefahr der Repetition bekannt. Wenn seine ersten dreifüßigen astronomischen Kreise noch für die Repetition eingerichtet waren, wie der in Paris, Mayland, Manheim und Tübingen: so verließ er sie doch bald, und so entstand sein Meridiankreis, ein Instrument, welches allein schon durch Bessels Arbeiten als Epoche machend in der Astronomie anzusehen ist. An diesem Instrumente erfuhr der Künstler zuerst auch die Biegung der Speichen bei einer an der Peripherie wirkenden Hemmung und Mikrometerbewegung, und vermied sie durch Anbringung eigener Hemmungsarme für die Achse und für den Alhidadenkreis. Dennoch behielt selbst Reichenbach bei

den kleineren Instrumenten die Repetition bei, offenbar hier noch dem Vorurtheile folgend, daß die Genauigkeit der Ablesung bei diesen Instrumenten zu gering sei, um ihrer zu entbehren. Von der Richtigkeit seiner Theilungen auch bei kleineren Instrumenten mußte er am besten überzeugt sein. Unsere oben angeführten Versuche über die Genauigkeit der Ablesungen zeigen aber, wie man die Repetition selbst bei einem Instrumente, wie der Theodolit von 8 Zoll Durchmesser entbehren kann.

Wir wollen jetzt die Messung horizontaler Winkel ohne Repetition mit dem Universalinstrument etwas genauer untersuchen. Es sei der wahrscheinliche Fehler der Ablesung im Mittel aus 4 Vernieren =  $a$ , der w. F. der Theilung für eine von Null an gerechnete mittlere Ablesung =  $f$ , der w. F. einer Visirung =  $g$ : so ist der w. F. eines Winkels aus einmaliger Einstellung nach jedem der beiden Objecte gegeben durch  $F^2 = 2 \cdot (a^2 + f^2 + g^2)$ . Wiederholt man die Messung  $n$  Mal auf demselben Bogen, so ergibt sich für den w. F. des Mittels  $F'$  die Gleichung  $F'^2 = 2 \left( \frac{a^2 + g^2}{n} + f^2 \right)$ , wovon die Gränze  $F'^2 = 2f^2$  ist: so daß man sich also durch wiederholtes beobachten der Genauigkeit nähert, welche der dem Bogen eigenthümliche Theilungsfehler zuläßt. Vergleicht man hiemit die Repetition, so wird man, wenn  $c$  den wahrscheinlichen Werth des constanten Fehlers durch die Repetition bedeutet, für den w. F. =  $G$  nach  $n$  Repetitionen haben:  $G^2 = c^2 + 2 \frac{(a^2 + f^2 + g^2)}{n}$ , welches zur Gränze  $G^2 = c^2$  hat. Ist  $c$  mehrere Secunden groß, so kann eine einmalige Beobachtung schon ein genaueres Resultat geben als eine 100fache Repetition.

Da nun aber die Genauigkeit der Winkelmessung auf demselben Bogen durch den diesem eigenthümlichen Theilungsfehler beschränkt ist, so führt dies von selbst auf die Nothwendigkeit, entweder die Theilungsfehler auszumitteln durch directe Untersuchung, oder die Messung auf verschiedenen Bogen des Limbus vorzunehmen, um den Einfluß der etwaigen Theilungsfehler zu vermindern. Das erste Mittel ist von Bessel, Argelander und mir bei den großen Instrumenten unserer Sternwarten angewandt. Das letzte Mittel hat der große englische Künstler Troughton beim Maurkreise in Greenwich in Ausführung gebracht durch die Möglichkeit die Lage des Fernrohrs gegen den Limbus zu verändern. Wie denn von jeher sich Troughton als Gegner der Repetition aussprach. Nimmt man an, daß die Theilungsfehler auf den Instrumenten gar keinem Gesetze unterworfen sind: so wird man durch Messung auf  $m$  verschiedenen Bogen, wenn auf jedem Bogen  $n$  Beobach-

tungen gemacht sind, für den w. F. des Mittels  $F''$ , die Gleichung  $F''^2 = \frac{2}{m} \left( \frac{a^2 + g^2}{n} + f^2 \right)$  haben. Sind aber die Theilungsfehler einem Gesetze unterworfen, welches sich für einzelne Striche durch die Sinufse und Cosinufse der vielfachen Winkel, für vier um Quadranten unter sich abstehende Striche um dieselben Functionen der 4fachen, 8fachen u. s. w. Winkel ausdrückt: so übersieht man sehr leicht, daß der Einfluß dieser Theilungsfehler völlig annullirt wird, wenn man die Messung auch nur auf 2 um  $45^\circ$  von einander abliegenden Bogen macht. Aber für das Gesetz der Theilungsfehler ist die Annahme der Functionen der vielfachen Bogen nur eine Näherung. Die Abweichungen der eigentlichen einem Gesetze unterworfenen Theilungsfehler von der Annahme vermischen sich nun mit den zufälligen Theilungsfehlern. Man muß daher die Messung der Winkel auf mehr als zwei um  $45^\circ$  entfernten Bogen begründen. Durch Messung von mehreren im Quadranten harmonisch vertheilt liegenden Anfangspuncten, welche sich also durch die 4 Verniere auf die ganze Peripherie vertheilen, wird man die von den Sinufsen und Cosinufsen der vielfachen Winkel abhängigen Theilungsfehler immer gänzlich vertilgen, und die übrigen zufälligen desto vollkommner, je größer die Anzahl der Anfangspuncte war. Ich habe es mir mit der Zeit zur Norm gemacht, alle Winkel auf 6 verschiedenen Bogen, deren Anfangspuncte um  $15^\circ$  von einander abstehen, zu begründen, woraus durch die 4 Verniere für jeden Winkel 24 harmonisch auf der ganzen Peripherie vertheilte Bogen entstehen. Geschieht nun die Ablesung durch Verniere, so muß man auch suchen, die etwaigen Fehler in den Vernieren zu compensiren. Hierzu ist das einfache Mittel das, daß man bei den verschiedenen Bogen von verschiedenen Strichen des Verniers ausgeht, welche ebenso auf der Länge des Verniers vertheilt liegen, wie die Anfangspuncte der Bogen auf dem Quadranten.

Als Bedingung für die Genauigkeit eines gemessenen Winkels ist oben noch die Unveränderlichkeit des Instrumentes ausgesprochen. Diese besteht theils darin, daß bei jeder Drehung der Durchschnitt einer durch die Gesichtslinie senkrecht auf den beweglichen Kreis (Limbuskreis) gelegten Ebene mit diesem Kreise beständig denselben Durchmesser des Kreises parallel sei. Zweitens besteht sie darin, daß während der Drehung des beweglichen Kreises, der feste Kreis (die Verniere, Mikroskope) auch wirklich eine unverrückte Lage behalte. In dieser Rücksicht sind die Messungen horizontaler Winkel sehr im Vortheil gegen jede andere Winkelmessung. Das Versicherungsfernrohr, welches mit dem feststehenden Kreise verbunden ist, dient die unveränderliche Stellung der letztern zu beweisen. Die Schwere kann

den Parallelismus der Gesichtsebene des mit dem beweglichen Kreise verbundenen Fernrohrs mit einem Durchmesser des Kreises nicht stören, weil ihre Wirkung normal zu der Ebene des Kreises ist. Ein anderes ist es bei der Beobachtung der Zenithdistanzen. Das Versicherungsfernrohr wird dann durch die mit dem fest stehenden Kreise verbundene Libelle völlig ersetzt, wenn die Beobachtung einen so kurzen Zeitraum umfaßt, daß man während desselben die Verbindung der Libelle mit dem Kreise als unveränderlich ansehen kann. Aber wenn in einer horizontalen Lage des beweglichen Kreises die Gesichtslinie des Fernrohrs mit irgend einem Durchmesser desselben parallel ist, so kann dieselbe bei verticaler Aufstellung des Kreises sich so ändern, daß sie bei einer Richtung nach dem Horizonte um  $\alpha$ , bei einer nach dem Scheitel um  $\beta$  von dem Parallelismus mit demselben Durchmesser des Kreises abweicht. Wir müssen diese Veränderung der Gesichtslinie für eine beliebige Zenithdistanz  $z$  dann durch  $\alpha \cdot \sin z + \beta \cdot \cos z$  ausdrücken, und  $\alpha$  und  $\beta$  aus der Erfahrung zu bestimmen suchen. Bei der Beobachtung der Zenithdistanz eliminirt sich  $\beta$ , wenn das Instrument um eine Verticalachse gedreht worden. Die Bestimmung von  $\alpha$  geschieht am leichtesten nach Bessels Methode durch gegen einander gerichtete Fernröhre. (Siehe Schumachers astr. Nachr., Band III., Seite 209.) Ob das Gesetz der Einwirkung der Schwere auf die Gesichtslinie wirklich genau von der Form  $\alpha \cdot \sin z + \beta \cdot \cos z$  sei, scheint noch nicht ganz ausgemacht zu sein; es ist aber ein so naturgemäßes, daß man seine Richtigkeit so lange voraussetzen muß, bis das Gegentheil bewiesen ist.

Bei der Messung horizontaler Winkel hält man das Versicherungsfernrohr auf einem bestimmten Gegenstande; das obere Fernrohr kann man aber beliebig zu demselben Objecte zurückführen, und so die allgemeine Constanz des Instruments beständig prüfen. Daß wir bei einem im Meridiane vertical aufgestellten Kreise dieses Vortheils entbehren, rührt daher, daß eines Gegenstandes auf der Erde Zenithdistanz variabel ist durch die Veränderung der irdischen Strahlenbrechung. Um sich der Constanz des Instrumentes zu versichern, setzte Troughton die Mikroskope des Maurkreises an den während 24 Stunden für absolut invariabel angesehenen Stein. Reichenbach setzte für denselben Zweck die Libelle an den Alhidadenkreis seines Meridianinstruments, deren Verstellung die der Verniere anzeigen sollte. Es fragt sich aber, ob der Nullpunct der Libelle während 24 Stunden constant bleibt. Ein periodischer Wechsel desselben mit der täglichen Wärme ist sehr möglich, und gewiß bei manchen Libellen vorhanden. Es ist daher eine Verification des Nullpunctes der Libelle nothwendig, und die Libelle am Alhidadenkreise muß so ange-

bracht sein, daß durch ihre Umlegung die Veränderung des Nullpuncts eliminirt werden kann. Diese Einrichtung der Libelle ist, so viel mir bekannt, zuerst von Schumacher bei seinem Reichenbachschen Meridiankreis angebracht worden, indem er die Libelle auf einen Cylinder befestigte, welcher mit ihr in seinen an einem Durchmesser des Alhidadenkreises befindlichen rechtwinklichten Lagern umgelegt werden kann. Wenn hierdurch nun zwar für den Alhidadenkreis die Constanz dieses bestimmten Durchmessers erreicht werden kann, so bleibt noch der Zweifel, ob die Lage der 4 Verniere gegen diesen Durchmesser sich nicht binnen 24 Stunden periodisch ändert. Diese Aenderung ist freilich wegen der Einfachheit der Verniere und ihrer Verbindung mit jenem Durchmesser nicht wahrscheinlich, und im Mittel gewiß sehr klein. Aber wichtiger ist noch die Frage, ob bei derselben Richtung eines Durchmessers des Limbuskreises auch beständig dieselbe Richtung der Gesichtslinie des Fernrohrs statt findet, oder ob auch hier ein täglich periodischer Wechsel mit der Wärme stattfindet. Wenn man, wie bei Horizontalwinkeln, zu jeder Zeit die Gesichtslinie nach derselben Richtung zurückführen könnte: so liefse sich die allgemeine Constanz des Instruments durch den jedesmaligen Ort dieser Richtung prüfen. Aber kein terrestrisches Object giebt eine in verticalem Sinne constante Richtung. Durch den Reflex von einer horizontalen Spiegelfläche, der Oberfläche des Quecksilbers, können wir zu jeder Zeit die Gesichtslinie vertical stellen, und durch den Ort der verticalen Richtung die Constanz des Instruments beurtheilen. Dieses von Bohnenberger vorgeschlagene und von Gaußs beständig in Anwendung gezogene Mittel ist eine wesentliche Vervollkommnung der Beobachtungsmethode. Aber auch eine Gesichtslinie, die man durch Umdrehung mit der Achse eines Cylinders parallel stellen kann, während der Cylinder durch eine umzustellende Libelle horizontal gemacht wird, läßt sich als constant ansehen. Überdies wird sie horizontal sein, wenn der Cylinder in den beiden Berührungskreisen genau gleiche Durchmesser hat. Ein horizontal aufgestellter Collimator, aus einem cylindrischen Fernrohr bestehend, welches auf rechtwinklichten Unterlagen ruht und durch eine empfindliche Libelle nivellirt wird, ist daher der bequemste Apparat, um die Constanz des Instruments in verticalem Sinne zu prüfen. Beobachtet man zweimal den Ort der Gesichtslinie des Collimators, indem man denselben nach der ersten Beobachtung  $180^\circ$  um seine Achse gedreht hat, so ist das arithmetische Mittel der Ort einer mit der Umdrehungsachse des Cylinders parallelen Gesichtslinie. Die Libelle giebt die Neigung dieser Umdrehungsachse an. Ist ein ungleicher Durchmesser des Cylinders an den beiden berührenden Stellen, so kann theils die



Libelle diesen auffinden, theils kann er völlig eliminirt werden, wenn Objectiv und Ocular an die entgegengesetzten Enden des Cylinders gesteckt werden, und man diesen dann umlegt, und von neuem beobachtet. Die Aufstellung eines solchen Collimators in der Horizontallinie des Meridiankreises wird daher ein eben so genaues als bequemes Hülfsmittel für die fortwährende Prüfung der Constanz des Instruments sein; ja sie macht die Einrichtung der Libelle am Alhidadenkreise zum Umlegen völlig entbehrlich, und es kann diese wie bisher mit dem Kreise verbunden bleiben. Die Bestimmung der Declinationen am Meridiankreise beruht auf dem Orte des Pols, welcher aus den um 12 Stunden abliegenden Meridianörtern eines Polarsterns abgeleitet wird. Die Combination dieser beiden Oerter ist nur dann richtig, wenn inzwischen keine Veränderung im Instrumente vorgegangen. Jener Ort des Pols gilt nur dann für jeden zu anderer Zeit beobachteten Stern, wenn dasselbe der Fall war, oder die Gröfse der Veränderung gemessen wurde. Daher die hohe Wichtigkeit der beständigen Prüfung der Constanz des Instruments.

Die auf den Aequator projecirten Distanzen der Himmelskörper, oder ihre Unterschiede in gerader Aufsteigung, werden durch die Zwischenzeiten ihrer Durchgänge durch den vom Mittagsrohr beschriebenen Meridian gemessen. Die Uhr vertritt hier die Stelle des eingetheilten Kreises. Die Fehler in der Schätzung der Theile der Zeitsecunde entsprechen den Ablesefehlern. Durch die Anwendung mehrerer Fäden gewinnt die Beobachtung des Moments eines Durchgangs einen so hohen Grad von Genauigkeit, daß nichts zu wünschen übrig ist, und so giebt uns die Zeit, selbst für Gestirne in der Nähe des Aequators, eine bewunderungswürdig sichere Ortsbestimmung. Die  $360^\circ$  des Aequators werden durch den täglichen Gang der Uhr ermittelt. Aber die Gleichförmigkeit des Ganges der Uhr innerhalb 24 Stunden ist die Bedingung für die Erreichung richtiger Bogen auf dem Aequator. Die Unregelmäßigkeiten im Gange der Uhr binnen 24 Stunden entsprechen den Theilungsfehlern des Kreises. Offenbar rühren diese Unregelmäßigkeiten von einem Einflusse der Wärme her, wenn die Totalcompensation nicht völlig richtig ist; sie müssen daher ein von der Periode der täglichen Wärme abhängiges Gesetz befolgen. Die Methode der Repetition läßt sich offenbar bei dem Gebrauche der Zeit nicht anwenden, wohl aber eine Messung die der auf verschiedenen Bogen eines Kreises entspricht. Bestimmt man die A.R. Differenz zweier Sterne zu allen Jahreszeiten, so rückt, wenn wir das Moment der Culmination der Sonne für den Nullpunct der Theilung ansehen, der Anfangspunct des Bogen durch die ganze Peripherie täglich fast einen Grad zurück; die mittlere A.R. Differenz muß also frei von Compensa-



tionsfehlern werden. Dasselbe muß nahezu der Fall sein, wenn die Beobachtungen in entgegengesetzte Jahreszeiten fallen, für welche wir nahezu entgegengesetzte gleiche Fehler annehmen dürfen. So ist eigentlich schon seit geraumer Zeit die Methode der Messung auf mannigfach liegenden Bogen in der Bestimmung der Unterschiede der geraden Aufsteigung benutzt worden, und ihr verdanken wir zum Theil den schon früh erreichten hohen Grad der Genauigkeit der A.R. Differenzen der Fundamentalsterne. Durch Benutzung der Fundamentalsterne können wir jetzt selbst mit einer unvollkommenen Uhr genaue A.R. Differenzen bestimmen, weil jede Beobachtung eines Fundamentalsterns den Theilungsfehler der Uhr für das Moment kund giebt.

---

## BEOBACHTUNGSMETHODEN.

### ALLGEMEINE BEMERKUNGEN ÜBER MESSUNG IRDISCHER WINKEL.

Es ist dem ersten Anscheine nach am vortheilhaftesten, den Punct eines Signals, nach welchem man von andern Dreieckstationen aus visirt, als Centrum des Signals anzusehen, und des Winkelmessers verticale Achse genau in der senkrechten Linie durch diesen Punct aufzustellen. Alle sogenannten Reductionen aufs Centrum fallen alsdann weg. Diese Vorthelle werden aber durch wesentliche Nachtheile aufgehoben. Soll das Instrument an jeder Station, nachdem es einmal aufgestellt ist, es auch bleiben: so ist es bei weitem bequemer, dasselbe in einer kleinen Entfernung vom Signale unter einem eigenen Zelte aufzustellen, weil dadurch die genauere Berichtigung, und eine bequeme und vollständige Beschirmung desselben gegen Sonne, Wind, Regen und Feuchtigkeit möglich wird, und zugleich gewöhnlich ein freier Raum für die Bewegung des Beobachters da ist. Es wird freilich hiebei die Winkelmessung excentrisch. Aber die Elemente, welche zur Reduction eines beobachteten Winkels aufs Centrum erforderlich sind, lassen sich mit eben der Genauigkeit erhalten, mit welcher die Aufstellung genau im Centro selbst zu bewerkstelligen ist. Sie sind bekanntlich die Entfernung des Centri des Signals vom Centro des Winkelmessers und der Richtungswinkel desselben. Die horizontale Entfernung ist von mir bis auf die Zehntheile des Zolls gegeben, gewifs auf 0,05 Zoll sicher. Diesen 0,05 Zoll entspricht für die kürzeste Hauptdreieckseite Ebbafer nach Raeküll als Radius ein Bogen von 0,03. Bei den kleinsten Dreiecken an der Basis ist diese Distanz immer auf die Zehntheile der Linie genau gemessen worden. Die Richtungswinkel wurden durch zwei Dioptern ausgemittelt, welche auf den inneren Kreis des Universalinstruments aufzusetzen sind, wovon das eine eine Oeffnung, das andere ein senkrechttes Pferdhaar trägt. Die Gesichtsebene dieser Dioptern geht durch die Verticalachse des Instruments, und wird mit der Ebene des obern Fern-

rohrs genau parallel gestellt, indem die Dioptern sich im Azimute verschieben lassen, wozu ich ein nicht sehr entferntes mit unbewafnetem Auge sowohl, als durchs Fernrohr hinreichend scharf begränztes Object anwandte. Der Richtungswinkel hatte immer eine entsprechende Genauigkeit. In Kersel, wo ich gezwungen war, mich in einer Entfernung vom Centro des Signals aufzustellen, die nahe 90 Toisen betrug, ist der Richtungswinkel mit dem obern Fernrohr selbst aus 5 Bestimmungen abgeleitet, die einen wahrscheinlichen Fehler des Mittels von 3" lassen, welcher folglich bei Hauptdreieckseiten, die alle über 15000 Toisen groß sind, keinen Fehler von  $\frac{3''}{15000} = 0,0002$  in der Reduction aufs Centrum erzeugen kann. Dafs ich das Centrum der Signalschwelle als Centrum des Standpuncts ansehe, ist oben Seite 71 gesagt. Der Visirpunct am Signal wird durch seine Projection auf die Horizontalebene der Schwelle mit deren Centro auf eben die Art verbunden, und es ist klar, dafs diese Centrirung des Signals oder des Heliotrops mit derselben Genauigkeit gemacht werden mufs, wie die des Instruments. Ich hege die Ueberzeugung, dafs die grofse Sorgfalt, welche ich auf diese Centrirungen verwandt habe, wesentlich zur Genauigkeit meiner Horizontalmessungen beigetragen hat. Ein grofser Vorthail der excentrischen Winkelmessung ist nun die völlige Unbefangenheit des Beobachters. Da ihm die Quantitäten der Reduction noch nicht während der Beobachtung bekannt sind, so ist ihm, selbst wenn er schon zwei Winkel eines Dreiecks gemessen hat, auch die Gröfse, die er auf seinem excentrischen Standpuncte für den dritten finden soll, völlig unbekannt, und er arbeitet ohne alle Präoccupation. Der Geodät beobachtet dann jeden Winkel so gut, wie die Hülfsmittel nach bester Anwendung ihn zu geben im Stande sind, unbekümmert ob er zu den beiden andern stimmt oder nicht. Man hütet sich dann irgend eine nicht zuverlässige Beobachtung mitzunehmen, wird aber mit Ruhe die Messung schliessen, wenn man dieselbe dem Plane gemäfs durchgeführt hat. Ich beendigte alle Winkelmessungen auf meinen Dreieckspuncten, ohne anders als durch das von mir angewandte Verfahren von der Güte derselben überzeugt zu sein. Jetzt übernahm Herr von Wrangell die erste vollständige Reduction aller Horizontalwinkel, und brachte mir eine Reihe von Dreiecken, für welche die Übereinstimmung in der Summe der Winkel zu  $180^\circ + \text{Excefs}$  meine Erwartungen übertraf. Es ist daher ein unschätzbarer Gewinn, den die excentrische Winkelmessung gewährt, dafs sie uns Winkel frei von aller Willkühr liefert. Letztere, sie mag beabsichtigt oder unbeabsichtigt sein, kann die Ursache abgeben, dafs aus sonst guten Beobachtungen ein wenn auch scheinbar durch Übereinstimmung glänzendes, bei genauer Prüfung aber sehr unvollkommenes Resultat hervorgeht.

Die Höhe der Horizontalachse des Instruments über der Oberfläche der Signalschwelle erhielt ich in der Regel dadurch, daß ich längs der Ebene des Limbuskreises nach einem auf die Schwelle aufgehaltenen Zollstock visirte, und so die Höhe des Limbuskreises über der Schwelle fand. Hiezu die Constante von 6,3 Zoll, nemlich die Höhe der horizontalen Achse über dem Kreise addirt, giebt die Höhe der genannten Achse über der Schwelle. In Kersel, wo die Entfernung für dies Verfahren zu groß war, beobachtete ich ordentlich vom Instrumente aus die Zenithdistanz der Signalschwelle.

In den Lehrbüchern der Geodäsie, in den Beschreibungen der einzelnen geodätischen Operationen, welche bekannt geworden sind, ist, so viel ich weiß, nirgends die Rede von der für die terrestrische Winkelmessung geeignetsten Tageszeit. Und doch ist diese in der Regel eine eben so bestimmte als beschränkte, nemlich die Zeit, wenn der Zustand der Luft ein ruhiges Bild der Gegenstände darbietet. Nur zu einer solchen Zeit darf der Geodät die Horizontalwinkel messen, wenn seine Arbeit auf einen hohen Grad der Genauigkeit Anspruch machen soll. Um Mittag schwirren alle Gegenstände, es mag bedeckte Luft oder Sonnenschein sein, im letzteren Falle stärker. Bei Sonnenuntergang findet dasselbe wieder statt; aber zwischen diesen Epochen liegt an jedem Tage, der sich sonst zur Beobachtung eignet, eine Zeit, während welcher ruhige Bilder stattfinden. Diese Zeit tritt einige Stunden vor Sonnenuntergang ein, und währt bald länger bald kürzer. Es ist gewiß wichtig, diese Zeit etwas näher aus der Erfahrung zu bestimmen. Meine trigonometrischen Messungen sind in den Monaten Mai bis August inclusive angestellt. Im September habe ich keine gemacht, weil mich dann die Beobachtung der Nachtgleiche nach Dorpat rief. Einige Messungen des Jahrs 1827 fallen noch in den October und November. Aus der Zusammenstellung der Beobachtungszeiten finde ich an Tagen, wo kein Hinderniß durch Regen eintritt, den Anfang der günstigen Bilder im Mittel:

im Mai um 5,4 Uhr wahrer Zeit				
— Junius — 5,7	—	—	—	—
— Julius — 4,9	—	—	—	—
— August — 4,3	—	—	—	—
— September fehlt				
— Octob. — 2,6	—	—	—	—

Hieraus ergibt sich, daß der Anfang der ruhigen Bilder in einer mittleren Polhöhe von  $58^{\circ}$  nahezu auf 0,6 der Zeit von der Culmination der Sonne bis zum

Untergang fällt. In den Wintermonaten glaube ich, daß derselbe noch näher an den Mittag rückt, und dann mehr als im Sommer auch vom jedesmaligen Zustand der Luft, von dem bedeckten oder unbedeckten Himmel abhängig ist. Auch im Sommer findet eine solche Abhängigkeit statt, und namentlich ist eine Wolkenbildung immer der Ruhe der Bilder günstig, das plötzliche Durchbrechen der Sonne oder eine Auflösung der Wolken derselben nachtheilig. An einem völlig heitern Tage sind aber die Bilder eben so lange ruhig als an einem bedeckten. Die Dauer der günstigen Bilder an einem nicht durch Regen gestörten Tage finde ich im Mittel für die 4 Monate Mai bis August = 2 Stunden 10'. Auf so lange gute Beobachtungszeit an einem sonst günstigen Nachmittage kann der Geodät in der Regel rechnen. In den Wintermonaten ist die Dauer der guten Bilder wohl geringer. Die Morgenstunden gewähren selten ganz ruhige Bilder. Gleich nach Sonnenaufgang ist in der Regel ein Schwirren vorhanden; dieses nimmt allmählig ab und mitunter tritt eine ausnehmende Durchsichtigkeit der Luft ein, selten aber eine hinreichende Ruhe der Bilder für die Messung der Horizontalwinkel, oder wenn sie eintritt, so ist sie von sehr kurzer Dauer. In den ersten Zeiten der Messung war ich jeden Morgen mit Sonnenaufgang am Instrumente, um einige brauchbare Beobachtungen zu erhaschen. Die Erfahrung lehrte mich aber, daß man nur seine Kräfte unnütz verschwendet, und wenn man auch früh morgens Beobachtungen erhält, daß diese fast immer von geringerer Zuverlässigkeit sind. So gab ich späterhin die Frühbeobachtungen ganz auf. Die günstige Zeit für Verticalmessung hängt nicht allein von der Ruhe der Bilder, sondern auch von dem Gesetze der täglichen Veränderung der irdischen Strahlenbrechung ab. Eine genauere Untersuchung hierüber werde ich bei der Bearbeitung des Materials der Höhenbestimmungen vornehmen. Hier nur so viel. Die irdische Strahlenbrechung ist am constantesten gerade wenn die Bilder der Objecte um Mittag am unruhigsten sind. Dann ändert sich deren Zenithdistanz fast gar nicht, und ist an einem Tage wie am andern. So wie die Bilder ruhig werden, wächst die Strahlenbrechung. Man muß daher für die genaueste Höhenbestimmung diejenige Zeit des Nachmittags wählen, welche zunächst den ruhigen Bildern vorangeht, oder die Vormittagszeit, wenn das Bild wieder nach der ersten Ruhe in Unruhe übergeht. Beobachtungen von Zenithdistanzen kurz nach Sonnenaufgang und kurz vor Sonnenuntergang sind sorgfältig zu vermeiden, weil bei ersteren unregelmäßige, bei letzteren immer sehr starke Refractionen eintreten.

## BEOBACHTUNG IRDISCHER WINKEL MIT DEM UNIVERSAL-INSTRUMENTE.

Mit dem Universalinstrumente, so wie es oben beschrieben ist, verfuhr ich bei der Messung der horizontalen Winkel auf folgende Art.

Um der Verbindung des untern Fernrohrs mit dem Centro des Limbuskreises mehr Innigkeit zu geben, nahm ich die Mikrometerschraube desselben *q*, Tafel IV. und V., ganz ab; und klemmte jetzt die äußere Büchse dieses Fernrohrs ganz fest an die innere durch die hiezu dienenden 4 Schrauben, so daß beide als aus einem Stücke bestehend angesehen werden konnten, und das Fernrohr also jetzt durch zuziehen der in der Richtung eines Radius wirkenden Druckschraube *p* völlig gegen das Centrum des Limbuskreises festgesetzt werden konnte. Diese Wegnahme der Mikrometerschraube vom Versicherungsfernrohr ist etwas sehr wesentliches, weil unter Anwendung derselben der Stand des Fernrohrs gegen den Kreis nicht als unveränderlich angesehen werden kann, indem eine Erschütterung, bei der in der Mikrometerschraube stattfindenden Elasticität und dem möglichen todten Gange, denselben ändern kann, außerdem aber auch eine Temperaturänderung eine Verstellung erzeugen muß, weil die Schraube von Stahl ist, während die Arme, worauf sie wirkt, von Messing sind. Derselbe Umstand findet bei der Libelle an Verticalkreisen statt. Soll sie zur Beurtheilung der Veränderung des Standes eines Kreises dienen, so muß ihre Vereinigung mit dem Kreise so einfach als möglich sein, und keine Mikrometerschraube haben. Es dient das untere Fernrohr zur Beurtheilung des unverrückten Standes des Limbuskreises, indem es beständig nach demselben Objecte gerichtet bleibt. Wenn eine Verrückung stattfindet, so wird durch die Mikrometerschraube *n* des Hemmungsarmes *F* das Fernrohr mit dem Kreise immer in seine frühere Lage zurückgeführt. Um dieses mit größter Sicherheit thun zu können, stelle ich immer für das untere Fernrohr ein eigenes Absehen auf, eine weiße Marke auf schwarzem Grunde. Der Verticalfaden des Fernrohrs deckt 6". Man gebe der Marke 8" Breite bei 16" Höhe, so wird dieselbe, wenn sie genau vom Faden durchschnitten ist, auf jeder Seite um 1" über den Faden herüberragen, und sich eine Abweichung von  $\frac{1}{2}$ " gleich dadurch kund thun, daß der helle Streif auf beiden Seiten sich wie 1 zu 3 verhält. Die Entfernung, in welcher man das Absehen aufstellt, hängt von der Beschaffenheit des Terrains ab. Ich habe es nie weiter als 1600 Toisen vom Standpuncte gehabt, am liebsten zwischen 200 und

500 Toisen. In Kersel war die Marke an das nur 89 Toisen entfernte Signal befestigt. Je näher desto fester muß ihre Aufstellung sein, die ich gewöhnlich durch einen fest eingegrabenen Pfahl oder durch einen starken mit Steinen beschwerten hölzernen Dreifuß bewerkstelligte. Die Marke selbst ist aus Velinpapier, welches entweder auf ein schwarzes Brett aufgeleimt, oder wenn es größer ist mit kleinen Nägeln aufgeheftet wird. Man übersieht leicht, daß es am vortheilhaftesten ist, wenn die Marke so nahe wie möglich in der Horizontalebene des Instruments liegt. Ist ihre Zenithdistanz  $90^\circ + Z$ , so wird, wenn während eines Satzes eine Veränderung in der Neigung des Limbuskreises  $= x$  eintritt, dadurch das Azimut aller Durchmesser des Limbuskreises, wenn das Fernrohr immer nach der Marke gerichtet wird, um  $y = x \cdot \sin Z \cdot \cos D$  geändert, wenn  $D$  der Winkel ist der Knotenlinie beider Kreisebenen mit der Verticalebene nach der Marke. Für den nachtheiligsten Fall hat man  $D = 0$  und also den Werth  $y = x \cdot \sin Z$ . Nimmt man  $x = 5''$  als Maximum der Veränderung der Neigung in einem Satze, und für  $Z$  den größten Werth  $1^\circ$ : so wäre  $y = 5'' \cdot \sin 1^\circ$  kleiner als  $0,1$ .

Bei der Winkelmessung wird nun von einem Beobachter das obere Fernrohr nacheinander auf alle Punkte des Horizontes gerichtet, zwischen welchen die Winkel gemessen werden sollen, während der zweite Beobachter, der vor dem unteren Fernrohre sitzt, nach jeder Drehung des obern Fernrohrs auch das untere Fernrohr von neuem auf das Absehen einstellt, und so den Limbuskreis in einer beständig parallelen Lage erhält. Für jeden Punkt des Horizontes erhält man durch Ablesung der 4 Verniere den Ort auf dem Limbuskreise, und folglich nicht nur den Winkelabstand zweier zunächst gelegenen Punkte, sondern jedes beliebigen Pares von Punkten mit gleicher Genauigkeit. Dies ist ein wesentlicher Vortheil der einfachen Winkelmessung von der Repetition. Letztere bearbeitet nur die Winkel zwischen zunächst gelegenen Objecten, und wenn sie jeden derselben mit einem wahrscheinlichen Fehler  $f$  gegeben hat, so wird die Summe von  $n$  solchen Winkel einen w. F.  $= f \cdot \sqrt{n}$  haben, während bei der einfachen Winkelmessung die Genauigkeit für den Winkel jeder 2 Richtungen dieselbe bleibt. Wollte man nach der Repetitionsmethode dasselbe erreichen, so müßte man alle Verbindungen der Richtungen zu zweien für sich bearbeiten und aus diesen nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichsten Werthe der zunächst gelegenen ableiten, also bei den 5 Objecten  $\frac{5 \cdot 4}{2} = 10$  verschiedene Winkel behandeln.

Ich habe es zur Regel gemacht, den Anfangspunct für die Objecte 6 Mal um  $15^\circ$  zu verändern, und so alle Winkel in 6 Sätzen zu bearbeiten, während zu-



gleich die Verniere um 50'' für jeden Satz verändert werden. So sind z. B. am Standpuncte Daborskalns die Oerter für Sestukalns Signal, das am meisten links liegt, in den 6 Sätzen:

I. =  $359^{\circ} 55' 13''$ ; II. =  $15^{\circ} 41' 0''$ ; III. =  $180^{\circ} + 30^{\circ} 41' 27''$ ;  
 IV. =  $180^{\circ} + 45^{\circ} 17' 12''$ ; V. =  $180^{\circ} + 60^{\circ} 53' 22''$ ; VI. =  $270^{\circ} + 74^{\circ} 48' 55''$ ,  
 in welchen also die verschiedenen Vernierstriche nach einander sind:

0' 13''; 1' 0''; 1' 27''; 2' 12''; 3' 22''; und 3' 55'',

die eigentlich 0' 0''; 0 50''; 1' 40''; 2' 30''; 3' 20'' und 4' 10''

hätten sein sollen. So genau aber ist es schwer, das untere Fernrohr zu verstellen, weil dasselbe, nachdem die Verniere genau auf den neuen Ort für ein Object im obern Fernrohr gestellt sind, bloß vermittelt der freien Hand auf die Marke gedreht und dann durch die Druckschraube p festgestellt werden muß, wobei leicht eine kleine Verstellung vorgeht. Sehr bequem wäre es daher, wenn man eine kleine Azimutalverstellung des Netzes im Oculare des untern Fernrohrs durch zwei entgegengesetzte Schrauben bewerkstelligen könnte. In jedem Satze wird nach jedem Objecte zwei Mal in der Regel eingestellt, und nur das erste Object, womit der Satz angefangen, auch zum Schluß noch mitgenommen, um dadurch der Constanz des Instruments während des ganzen Satzes sicher zu sein; so daß, wenn A, B, C zum Beispiel die drei zu beobachtenden Objecte sind, die Folge der Einstellungen, A, B, C, A, B, C, A ist. Von den beiden Einstellungen wird eine immer von der linken zur rechten, die andere von der rechten zur linken Hand gemacht. Es hat sich indeß nie ein Unterschied hiernach ergeben, wie er denn auch bei dem jetzigen Baue des Instrumentes nicht stattfinden konnte. Nicht selten finden sich in einem Satze mehr Einstellungen desselben Objects, vornehmlich wenn ich mit den ersten, wegen optischer Schwierigkeit, noch nicht ganz zufrieden war; auch ist mitunter die natürliche Reihenfolge der Einstellungen geändert, gewöhnlich wenn ein Object bald besser bald schlechter gesehen ward, ein Heliotrop mitunter verschwand u. d. gl. m.

Am Universalinstrument sind immer zwei Lagen des Instruments zu unterscheiden, die eine wenn, indem man nach dem Gegenstande der Beobachtung hinsieht, der eingetheilte Verticalkreis rechts von der Verticalachse ist, die andere wenn links. Diese beiden Lagen werden im Tagebuch durch K. R. und K. L. bezeichnet. Sie sind wesentlich verschieden, weil die Zapfen der Horizontalachse durch sie in entgegengesetzte Lage kommen, und ebenso der Werth des Fehlers der Gesichtslinie

das entgegengesetzte Zeichen annimmt. Dieser Umstand kommt aber bei der Messung von Winkeln zwischen Objecten, die nahezu im Horizonte liegen, gar nicht in Betracht, weil ein kleiner Fehler der Inclination, so wie ein mäßiger Fehler der Gesichtslinie bei der Messung solcher Winkel vernachlässigt werden kann. Sind nemlich für zwei Objecte, deren Zenithdistanzen  $90^\circ - a$  und  $90^\circ - b$  die Ablesungen A und B, so werden die für einen Collimationsfehler K und eine Neigung I verbesserten Oerter  $A' = A + K \cdot \sec a + I \cdot \tan a$  und  $B' = B + K \cdot \sec b + I \cdot \tan b$  sein; woraus  $B' - A' = B - A + K \cdot (\sec b - \sec a) + I \cdot (\tan b - \tan a)$  folgt. Ohne Mühe bringt man es dahin, daß I nie  $5''$  übersteigt, und dann kann man offenbar I bei allen Objecten, die nicht mehr als einen halben Grad vom Horizonte abliegen, unberücksichtigt lassen, weil  $I \cdot \tan a$  dann innerhalb  $0,045 = \frac{1}{22}''$  ist. Für einen Collimationsfehler  $K = 100''$  wird, wenn  $a = 30'$  ist,  $K \cdot \sec a$  erst  $= 100,004$ , also nur  $\frac{1}{250}''$  verschieden von K. Bei allen unsern Hauptdreieckseiten ist aber a bedeutend kleiner als  $30'$ , indem sein größter Werth  $-26,5$  für die Seite Gaisakalns nach Kreutzbürg ist; folglich haben wir ohne Bedenken  $A' - B' = A - B$ . Von den 6 Sätzen sind indeß in der Regel 3 Sätze bei K. R. und 3 bei K. L. gemacht, wodurch also der Einfluß eines Collimationsfehlers gänzlich vernichtet wird. Die Veränderung der Lage des Instruments ist aber in optischer Rücksicht eine sehr wichtige, indem auch die Lage des Objectivs und des Prismas durch sie gegen die Objecte gewechselt wird. Ist das Objectiv nicht vollkommen richtig centrirt, ist die Berichtigung des Prismas nicht völlig so wie sie sein soll, siehe Seite 40, so entsteht eine Unregelmäßigkeit des Bildes im Focus, welche indeß nur bei sehr lichtstarken Objecten erkannt werden kann, bei schwachen aber wegfällt. Diese Unregelmäßigkeit wird die Schätzung der Mitte eines hellen Heliotropenbildes etwas unsicher machen, oder einen constanten Einfluß darauf äußern. Wird daher ein Winkel zwischen einem Signale und einem hellen Heliotropenpunkte nur in einer Lage des Instruments beobachtet, so kann dieser mit einem constanten optischen Fehler behaftet sein. Beobachtet man aber eben so oft bei K. L. wie bei K. R., so fällt dieser Fehler gleich oft auf entgegengesetzte Seiten und das Mittel wird fehlerfrei.

In Bezug auf den Fehler der Gesichtslinie bemerke ich noch, daß ich denselben während der Gradmessung nie corrigirt habe, wovon die Ursache die war, daß ich die Stellung des Prismas nicht ändern wollte, weil dasselbe ein Bild von ausgezeichneter Präcision darbot, und ich anfangs ängstlich war, ob bei einer Aenderung das Bild dieselbe Präcision behalten würde. Der Collimationsfehler war bei

den zuerst eingespannten Faden etwa 1' bis zum 17. Mai 1824; nachher vom 17. Mai 1824 an betrug er nahezu 70'' bis zum Juni desselben Jahres; von der Zeit an blieb er bis zum Schlufs der Arbeiten 1827 unverändert nahezu 30'', immer negativ als Correction für K. R. Diese Veränderung der Collimation war durch das einspannen neuer Fäden hervorgebracht. Bei Gelegenheit der Azimute durch den Polarstern wird man sehen, mit welcher ausgezeichneten Schärfe sich die Correction der Gesichtslinie aus den Beobachtungen findet, und folglich wo nöthig in Rechnung gebracht werden kann.

Es ist nicht leicht, jedesmal eine vollkommen genaue Einstellung des unteren Fernrohrs auf die Marke und zugleich des obern Fernrohrs auf das Object, so dafs es ganz genau in der Mitte der Fäden liegt, zu erreichen. Wenn der eine Beobachter das obere Fernrohr genau eingestellt hat, und nun der zweite das untere auf die Marke bringt: so erzeugt die Bewegung des Limbuskreises durch die im Centro stattfindende Reibung eine Tendenz des Alhidadenkreises sich zu verstellen, welche nur durch die Hemmung desselben verhindert wird. Aber keine Hemmung durch Klemme und Mikrometerschraube ist absolut wegen der Elasticität, und so rückt das obere Fernrohr mitunter noch etwas nach, und vice versa. Die mit dem Meridiankreise vertrauten Beobachter, an welchem die Stelle des Versicherungsfernrohrs von der Libelle eingenommen wird, kennen diese Mittheilung der Bewegung und die ihr folgende Durchbiegung des Armes, der die Alhidade an den Pfeiler befestigt, sehr wohl aus der Veränderung des Standes der Blase, der ohne Ausnahme verschieden ist, je nachdem die Mikrometerschraube nach der einen oder andern Richtung zuletzt gedreht wurde. Aber da liest man unmittelbar die Verstellung der Libelle, und folglich die des Kreises ab, und bringt sie in Rechnung. Hätte man fürs untere Fernrohr ein Absehen, wie Bessels Meridianzeichen eingerichtet (Königsberger Beobachtungen Abth. 6, Seite XII.), so könnte man desselben Vortheils sich erfreuen. Ein solches ist aber bei geodätischen Operationen nicht wohl anwendbar. Man wird also das untere Fernrohr immer vollkommen genau nach der Marke richten, und im Fall dann das Object im obern Fernrohr nicht mehr in der Mitte der beiden Fäden erscheint, die Abweichung desselben von der Mitte schätzen können. Nach einiger Übung wird man in der Nähe der Mitte eine Abweichung gewifs innerhalb  $\frac{1}{40}$  der Distanz der Fäden richtig beurtheilen. Ich dachte mir daher den Raum von 0,4 bis 0,6 des freien Fadenintervalls scheinbar von der linken zur rechten Hand in die 8 Intervalle:

0,4; 0,4 $\frac{1}{2}$ ; 0,4 $\frac{1}{2}$ ; 0,4 $\frac{1}{2}$ ; 0,5; 0,5 $\frac{1}{2}$ ; 0,5 $\frac{1}{2}$ ; 0,5 $\frac{1}{2}$ ; 0,6

getheilt, nach welchen ich den Stand des Objects zwischen den Fäden schätzte, und als die Entfernung im Lichten z. B. 20'' war, folgende den Schätzungen entsprechenden Correctionen anbrachte:

−2''; −1,5; −1,0; −0,5; 0,0; + 0,5; + 1,0; + 1,5; + 2,0.

Die Schätzungen 0,4 und 0,6 kommen in der Ausübung bei mir gar nicht vor, auch 0,4 $\frac{1}{2}$  und 0,5 $\frac{1}{2}$  selten. Der Werth der der Schätzungen entsprechenden Correctionen war natürlich nach der Entfernung der Verticalfäden verschieden. Die zuerst von mir aufgespannten Fäden waren 36'' von einander entfernt; diese waren am 17. Mai 1824 schlaff geworden, und ich zog in Arrohof neue ein, die 32'' von einander abstanden. Diese änderte ich bald, und ehe ich Dorpat 1824 verließ, um nach Palzmar zu gehen, waren neue Fäden aufgespannt, deren Entfernung im Lichten 20'' betrug, und welche nun bis zum Schluß der Gradmessung beibehalten wurden. Diese letzten Fäden waren offenbar die besten, die Sicherheit der Visirung war durch ihre Nähe gesteigert; aber näher hätten sie auch nicht sein dürfen, weil sonst schwache irdische Gegenstände leicht zwischen den Fäden verschwinden. Ins gedruckte Tagebuch sind Kürze halber die Schätzungen gar nicht aufgenommen, und folglich die um die der Schätzung entsprechende Correction veränderten Mittel der 4 Verniere gegeben. Der Einfluss dieser Schätzungen auf die Endwerthe der Winkel ist offenbar ein sehr kleiner. Da nemlich jedes Object zum mindesten 12 Mal beobachtet ist, und die Correction für die Schätzungen bald positiv bald negativ sind, so ergibt sich der geringe Einfluss aufs Mittel, während die Sicherheit der einzelnen Resultate bedeutend durch sie gewinnt. Nimmt man z. B. den Standpunct Mariomaggi 1824, so ergeben sich in den 6 Sätzen folgende Correctionen für die einzelnen Objecte aus den Visirungsschätzungen:

Satz.	Hummelshof.	Lenard.	Oppekaln.	Palzmar.
I	+ 0,80	0,00	−0,27	+ 0,53
II.	0,00	+ 0,80	−0,27	+ 0,80
III.	0,00	0,00	−0,27	0,00
IV.	+ 0,53	+ 0,40	+ 0,40	0,00
V.	+ 0,20	+ 0,40	−0,80	+ 0,27
VI.	−0,80	0,00	+ 0,80	0,00
Mittel	+ 0,12	+ 0,27	−0,07	+ 0,27

Aus diesen gehen für die zwischen liegenden Winkel die Correction + 0,15; −0,34; + 0,34; −0,15 hervor.

Das bisher angegebene Verfahren der Messung horizontaler Winkel ist das, welches seit dem Beginn 1824 befolgt wurde, nachdem die veränderte Hemmung angebracht war. Siehe Seite 6 und 37. Im Jahre 1823 fand die Hemmung des Limbuskreises gegen den Alhidadenkreis an der Peripherie statt. So wie das obere Fernrohr von einem Objecte zum andern geführt ward durch Drehung des Alhidadenkreises, folgte der Limbuskreis mit, und mußte, nachdem der Alhidadenkreis am kleinen Azimutalkreis gehemmt war, nach Lösung seiner Verbindung mit jenem, so weit zurückgedreht werden, bis das Fernrohr wieder nach der Marke zeigte. Die genaue Einstellung des untern Fernrohrs durch die Mikrometerschraube mußte nun mit einer Durchbiegung der Speichen sowohl des einen als des andern Kreises verbunden sein. Die des Alhidadenkreises war von keinem Einflusse, da die Träger des obern Fernrohrs auf der Peripherie dieses Kreises ruhen. Die der Speichen des Limbuskreises änderten aber den Stand der Verniere um  $\mp b$ , jenachdem die letzte Bewegung der Mikrometerschraube nach der einen oder der andern Seite war. Um ihren Einfluß gänzlich zu eliminiren, mußten daher zwei Einstellungen gemacht werden, mit entgegengesetzten letzten Drehungen der Mikrometerschraube. Das Mittel dieser beiden Einstellungen ist frei von der Biegung der Speichen. Die Größe dieser Biegung betrug beim Universalinstrument vom 18. Junius 1823 bis zum 2. Julius im Mittel aus 178 Beobachtungen  $b = \mp 7,95$ ; nachher bis zum Schlusse der Beobachtungen 1823 aber  $b = \mp 6,05$ , kleiner, weil inzwischen die Reibung der Verticalachse in ihren Büchsen durch frisches Oel vermindert war. Eine ausführlichere Untersuchung dieser Biegung und des Instruments in diesem Zustande ist von mir in Schumachers astr. Nachr. Nr. 47, 48 gegeben, aus welcher sich als eins der wichtigsten Resultate ergibt, daß das Mittel der beiden unmittelbar aufeinander folgenden entgegengesetzten Einstellungen unter allen Umständen frei vom Einflusse der Biegung ist, selbst wenn dieselbe durch vermehrte Friction im Centro bedeutend über ihren gewöhnlichen Betrag gesteigert ist. Das gedruckte Tagebuch fürs Jahr 1823 enthält nicht die einzelnen Einstellungen, sondern immer sogleich das Mittel aus den beiden entgegengesetzten, nachdem an jedes die Correction für die Visirungsschätzung, wie oben erwähnt, angebracht ist. Diese Zusammenziehung geschah um Raum zu ersparen. Übrigens war die Folge der Beobachtungen sonst 1823 dieselbe wie 1824 und später, nur daß 1823, wie schon erwähnt ist, immer gleich nacheinander zwei Einstellungen nach demselben Objecte geschahen, um einen richtigen mittleren Ort des Objects zu geben. In jedem Satze wurde so jedes Object in der Regel zwei Mal bestimmt, also durch 4 Einstellungen,

folglich war, da damals 5 um  $18^\circ$  von einander abstehende Sätze gemacht wurden, jedes Object durch wenigstens 20 Visirungen bestimmt, während späterhin in den 6 Sätzen in der Regel nur zwei Einstellungen, also für jedes Object im ganzen 12 Einstellungen vorkommen. Es kann sein, daß hierdurch die zufälligen Fehler der aus den Arbeiten des Jahres 1823 abgeleiteten Winkel etwas kleiner geworden sind als die späteren. Zur Probe setze ich hier einen Originalsatz in Tammik beobachtet her, mit den Visirungsschätzungen und den gedoppelten Einstellungen, A indem die Verniere vorwärts gehen, B indem sie rückwärts gehen. Es ist der Satz II. im Tagebuche Seite 43. Die Entfernung der Fäden im Lichten betrug  $36''$ .

Gegenstand.	Einstellung.	Visirung.	Able sung.	Verbesserte Able sung.	Mittel.
Marien.	B	0,5	18° 11' 17,3	17,3	18° 11' 22,8
	A	0,5½	26,5	28,3	
Ebbafer.	B	0,4¾	89 26 45,3	44,4	89 26 50,3
	A	0,5½	54,5	56,3	
Raeküll.	B	0,5¼	123 37 23,0	23,9	123 37 30,1
	A	0,4¾	37,3	36,4	
Marien.	B	0,4½	18 11 21,0	19,2	18 11 24,1
	A	0,5	29,0	29,0	
Ebbafer.	B	0,5¼	89 26 43,0	43,9	89 26 50,2
	A	0,5½	54,8	56,6	
Raeküll.	B	0,5½	123 37 21,5	23,3	123 37 28,5
	A	0,5	33,8	33,8	
Marien.	B	0,5	18 11 19,5	19,5	18 11 24,3
	A	0,5	29,0	29,0	

Die Zahlen der Mittel überschriebenen Columnne sind die im Tagebuche abgedruckten. Für den Werth der Biegung  $b = \frac{A-B}{2}$  geben die 7 Doppelbeobachtungen:

Diff. v. Mittel:

b = 5,5	—0,1
6,0	+0,4
6,2	+0,6
4,9	—0,7
6,4	+0,8
5,2	—0,4
4,8	—0,8
Mittel b = 5,6	

Die Übereinstimmung der einzelnen Biegungen zeigt theils die Beständigkeit derselben, theils die Sicherheit der Beobachtungen, aus welchen sich diese Gröfse mit solcher Schärfe finden läfst.

Zur Bestimmung der Zenithdistanzen der von jeder Station sichtbaren andern Dreieckspuncte wandte ich den Verticalkreis des Universalinstruments an. Auch hier sind so wie bei Messung der horizontalen Winkel zwei Beobachter erforderlich. Der eine steht vor dem Oculare  $w$  und richtet die horizontale Gesichtslinie auf das Object mittelst der Mikrometerschraube  $\pi$ , während der andere den Alhidadenkreis durch die Mikrometerschraube  $\lambda$ , welche beide Kreise an ihren Peripherien mit einander verbindet, verstellt, bis die Libelle einspielt, und dann den Stand der Libelle abliest. Bei der Hemmung beider Kreise an ihrer Peripherie wird auch hier eine Biegung der Speichen eintreten, die von der Richtung der Bewegung der Mikrometerschraube abhängig ist, und von der Libelle, die auf dem Centro sitzt, nicht getheilt wird. Es ist daher nothwendig, zwei auf einander folgende Einstellungen zu machen, mit entgegengesetztem Sinne der Bewegung der Mikrometerschraube, deren Mittel unabhängig von der Biegung sein wird. Beobachtet man den Ort eines Objects, im Mittel aus beiden Einstellungen, bei der Lage  $K. L. = M$  und nachher bei der Lage  $K. R. = M'$ , so wird  $\frac{M'-M}{2}$  die Zenithdistanz und  $\frac{M'+M}{2} = O$  der Ort des Zeniths sein. Sind mehrere Objecte, deren Zenithdistanz bestimmt werden soll, so beobachtet man erst bei  $K. L.$  alle Oerter  $M, N, P, Q$ , dann geht man mit dem Fernrohr durchs Zenith und beobachtet bei  $K. R.$  die Oerter  $Q', P', N', M'$  in entgegengesetzter Ordnung, so werden alle Zenithdistanzen  $\frac{M'-M}{2}, \frac{N'-N}{2}, \frac{P'-P}{2}, \frac{Q'-Q}{2}$  nahezu für dasselbe Zeitmoment gelten und die Werthe von  $O$ , dem Orte des Zeniths,  $\frac{M'+M}{2}, \frac{N'+N}{2}, \frac{P'+P}{2}, \frac{Q'+Q}{2}$  müssen so nahe identisch ausfallen, als die Genauigkeit der Beobachtung und die irdische Strahlenbrechung es zulassen. Hiedurch erhält man folglich eine Prüfung der Beobachtungen. Da alle irdischen Zenithdistanzen nur wenig Minuten von  $90^\circ$  verschieden waren, so ist es klar, dafs dieselben auf Bogen von nahezu  $180^\circ$  beruhen und daher schon bei dem Gebrauche zweier Verniere frei von Theilungsfehlern sind. Ihre Sicherheit hängt daher ganz von der Genauigkeit der Ablesung ab. Diese letzte ist so grofs, dafs ich für diesen Zweck mich mit zwei horizontal einander entgegengesetzten Vernieren begnügte, weil diese am bequemsten abzulesen waren.

Im Tagebuche sind die Beobachtungen verkürzt dargestellt; ich habe nemlich



die Ablesungen jedes Mal schon wegen des Standes der Libelle verbessert, und von den beiden Beobachtungen mit entgegengesetzter Schraubenbewegung das Mittel gegeben. Um den Gang der Beobachtungen beurtheilen zu können, setze ich hier die Originalien der in Dorpat am 21. April 1825 beobachteten Zenithdistanzen her.

Object.	K	Einstel- lung.	Ablesung.	Wasser- wage.		Verbesserte Ablesung.	Mittel.
				+	—		
Kersel	R	A	0° 8' 29,5	20,8	17,2	33,1	0° 8' 27,3
		B	17,5	21,1	17,0	21,6	
Arrohof	R	A	0 3 41	18,0	20,0	39,0	0 3 33,7
		B	20	23,2	14,8	28,4	
Arrohof	L	A	180 3 48	19,8	18,3	49,5	180 3 46,1
		B	34	23,0	14,2	42,8	
Kersel	L	A	179 58 58	18,1	20,1	56,0	179 58 50,2
		B	40,5	21,0	17,0	44,5	

Der Werth der Libellen Theile ist Seite 37 gegeben. A ist hier die Ablesung, bei welcher die Mikrometerschraube den Vernier von einer kleineren Zahl des Limbus zu einer größern bewegt hatte, B die andere. Die Wirkung der Biegung ist  $b = \frac{A-B}{2} = + 5,7, + 5,3, + 3,3, + 5,7$ , im Mittel  $= + 5,0$ , so übereinstimmend, daß an deren vorhandensein gar nicht gezweifelt werden kann. Die beiden Zenithdistanzen aus diesen Beobachtungen sind  $90^{\circ} 4' 48,6$  für Kersel und  $89^{\circ} 59' 53,8$  für Arrohof; die beiden Oerter des Zeniths sind  $O = 270^{\circ} 3' 38,8$  und  $O = 270^{\circ} 3' 39,9$ , und zeigen aus ihrer Übereinstimmung, daß kein Beobachtungsfehler vorhanden ist. Im Tagebuche Seite 135 sind nun bloß die Zahlen der hier mit Mittel überschriebenen Spalte gegeben, so wie die gefundenen Werthe von O; und ebenso ist es bei den andern Standpuncten gehalten. Die O haben noch eine Anwendung. Im Fall eins der Objecte nur in einer Lage des Kreises beobachtet ist: so erhält man durch Anwendung der durch die andern Objecte erhaltenen O auch dessen Zenithdistanz. Siehe z. B. Tagebuch Seite 86.

Der jedesmalige Ort des Zeniths an den verschiedenen Standpuncten ist ein willkürlicher, nur immer nahe bei  $90^{\circ}$  und  $270^{\circ}$  um die beiden Verniere nahezu horizontal zu erhalten. Noch bemerke ich, daß ich die Mikrometerschraube der Libelle  $\eta$  bei den Beobachtungen ganz abgenommen, und die Libelle durch die gehörigen Schrauben an die Büchse festgezogen hatte, so daß sie durch die Druckschraube  $\zeta$  auf der Achse ganz gehemmt werden konnte. Vergleiche Seite 89. Hie-

durch mußte, so lange die Druckschraube  $\zeta$  nicht gelöst wurde, ein constantes O erzeugt werden. In wie ferne das sich wirklich so verhielt, versuchte ich 1824, wo ich auf Nefsaulekalns am 12. Julius  $\zeta$  fest setzte und nun nicht löste bis zum Schlufs der Beobachtungen am 17. August auf Lenard. Die gefundenen Oerter des Zeniths sind folgende:

Standpunct.	1824.	O =	Mittel für jeden Ort.	Differ. vom allg. Mittel.
Nessaulekalns	12. Julius 20,1 Uhr	$269^{\circ} 45' 11,9''$		
	14. — 19,0 —	18,2	17,2	—0,1
	14. — 20,3 —	21,4		
Daborskalns	15. — 20,1 —	15,3	15,3	—2,0
	17. — 6,8 —	15,4		
Kreutzburg	18. — 22,0 —	7,1	14,3	—3,0
	20. — 5,7 —	21,6		
Gaisakalns	22. — 19,8 —	13,1	18,0	+0,7
	23. — 3,5 —	22,9		
Sestukalns	25. — 7,0 —	10,2	14,1	—3,2
	25. — 20,5 —	18,0		
Elkakalns	28. — 5,2 —	12,8	12,8	—4,5
Kortenhof	1. August 4,8 —	20,8	26,3	+9,0
	3. — 4,3 —	31,8		
Oppekaln	6. — 6,3 —	12,8	17,2	—0,1
	7. — 4,0 —	21,7		
Mariomäggi	11. — 4,1 —	15,5	15,5	—1,8
Lenard	17. — 4,6 —	22,1	22,1	+4,8

Allgemeines Mittel 17,3

Es zeigt sich eine sehr grofse Constanz von O während eines Transports auf 10 verschiedene Standpuncte innerhalb 5 Wochen. Die starke Abweichung in Kortenhof am 3. August mögte wohl eine Wirkung einer plötzlich veränderten Refraction sein, da das  $O = 269^{\circ} 45' 31,8''$  auf der Beobachtung des einzigen über 26000 Toisen entfernten Objects Nessaulekalns beruht.

Astronomische Zenithdistanzen sind von mir nicht mit dem Universalinstrumente beobachtet, ausgenommen auf Hochland 1826, wo ich am 16. August die Polhöhe von Mäggi-Pälüs durch den Polarstern bestimmte, um sie bei der Berechnung der Azimute zum Grunde legen zu können. Auf jeden Fall ist das Universalinstrument, so wie wir es beschrieben und gebraucht haben, minder vollkommen als Verticalin-

strument den als Horizontalwinkelmesser. Aber die Einführung einer ähnlichen Construction in beiden Systemen hat keine Schwierigkeit. Der senkrechte Alhidadenkreis werde für sich gegen die Stützen, welche die Horizontalachse tragen, gehemmt: so fällt die Hemmung an der Peripherie und die Biegung der Speichen weg, und der Alhidadenkreis mit der Libelle wird stehen bleiben, wenn das Fernrohr auf verschiedene Zenithdistanzen gerichtet wird. Bis jetzt muß der Alhidadenkreis jedesmal nach Lösung der Hemmung an der Peripherie mit den Fingern gehalten werden, wenn man die Richtung des Fernrohrs ändert. Das geänderte Instrument wird jeder Forderung entsprechen, und, bei hinreichend festem Fundamente für die Aufstellung, den zweiten Beobachter entbehren können.

### BESTIMMUNG DES AZIMUTS EINES SIGNALS DURCH DEN POLARSTERN.

Von allen durch Beobachtung bestimmten Oertern an der Himmelskugel ist der des Polarsterns der genaueste. Für jede gegebene Sternzeit läßt sich daher das Azimut des Polarsterns mit großer Sicherheit berechnen, einerlei auf welchem Punkte seines Parallelkreises er sich befindet. Ist  $d\alpha$  der Fehler der angenommenen geraden Aufsteigung,  $d\delta$  der der angenommenen Declination,  $t$  der Stundenwinkel des Polarsterns und  $\phi$  die Polhöhe: so wird der entsprechende Fehler des Azimuts nahezu sein:

$$da = \sec \phi. (-\cos t. \cotang \delta. d\alpha + \sin t. d\delta),$$

desto größer, je größer die Polhöhe, wegen des Factors  $\sec \phi$ . In den Culminationen ist das Azimut von der Sicherheit der AR, in den Elongationen von der der Declination abhängig. Für Stundenwinkel, die  $180^\circ$  verschieden sind, erhält da entgegengesetzte Werthe. Für  $\delta = 88^\circ 23'$  wird  $da = (-0,0282 \cos t. d\alpha + \sin t. d\delta). \sec \phi$ . Setzen wir als größte mögliche Werthe  $d\alpha = 0,6$  in Zeit =  $9,0$  im Bogen und  $d\delta = 0,4$  im Bogen, Werthe, die wohl nicht zu groß sind, weil sie außer dem gewifs kleinern Fehler des mittleren Ortes auch die Wirkungen der Unsicherheit der Constanten der Aberration und Nutation einschließen; so wäre für die drei Hauptpunkte der Gradmessung, deren Polhöhen  $56^\circ 30'$ ,  $58^\circ 23'$  und  $60^\circ 5'$  sind:

$$\begin{aligned} \text{in Jacobstadt } da &= \mp 0,46. \cos t \mp 0,72. \sin t; \\ - \text{Dorpat } da &= \mp 0,48. \cos t \mp 0,76. \sin t; \\ - \text{Hochland } da &= \mp 0,50. \cos t \mp 0,80. \sin t; \end{aligned}$$

woraus sich die größten Werthe da  $= \mp 0,86; \mp 0,90; \mp 0,95$  ergeben. Es läßt sich also folgern, daß wir auch unter einer Polhöhe von  $60^\circ$  für jede gegebene Sternzeit das Azimut des Polarsterns so genau kennen, daß der Fehler nie eine Bögensecunde erreicht.

Die Hilfsmittel zur Bestimmung der absoluten Zeit, die mir zu Gebote standen, waren so vollkommen, daß ich glaube, bei den Azimutalbeobachtungen keine größere Unsicherheit in der Zeitbestimmung als  $0,2$  gehabt zu haben, wovon der Einfluß aufs Azimut nie  $0,17$  erreichen konnte. Es ergibt sich hieraus, daß die Sicherheit der Bestimmung des Azimuts eines irdischen Objects vorzugsweise von der Genauigkeit abhängt, mit der man im Stande ist, durchs Instrument die auf den Horizont projectirte Entfernung des Objects vom Polarstern zu messen.

Wenn die Horizontalachse des Universalinstruments mit der verticalen genau einen rechten Winkel macht, wenn die Gesichtslinie genau normal auf die Horizontalachse ist: so mißt das Instrument offenbar die Projection der Entfernung zweier Objecte auf die der Verticalachse senkrechte Ebene seines Limbus, und nur in dem Falle die horizontale Projection, wenn die Verticalachse genau senkrecht ist. Es sei  $I$  der Abstand des Scheitelpuncts von der Verticalachse, und  $C$  der Ort der durch den Scheitelpunct gelegten Visirebene auf dem Limbus,  $A$  und  $B$  die Oerter zweier Objecte, wie sie das Instrument angiebt, deren Zenithdistanzen  $90^\circ - a$ , und  $90^\circ - b$ : so erhält man, mit Vernachlässigung der Quadrate und höhern Potenzen von  $I$ , die Oerter  $A'$  und  $B'$  für die Durchschnitte der beiden durch die Objecte gelegten Scheitelkreise mit dem Limbus:

$$A' = A + I \cdot \sin(A-C) \cdot \operatorname{tang} a \quad \text{und} \quad B' = B + I \cdot \sin(B-C) \cdot \operatorname{tang} b.$$

Macht die Horizontalachse aber mit der Verticalachse auf der linken Seite, wenn man nach dem Objecte hinsieht, einen Winkel von  $90^\circ + H$ , macht außerdem die Gesichtslinie mit der Horizontalachse den Winkel  $90^\circ + K$ , so wird:

$$A' = A + (I \cdot \sin(A-C) + H) \cdot \operatorname{tang} a + K \cdot \operatorname{seca};$$

$$B' = B + (I \cdot \sin(B-C) + H) \cdot \operatorname{tang} b + K \cdot \operatorname{sech};$$

und  $B' - A'$  ist der Azimutalunterschied der beiden Objecte gemessen auf dem Kreise des Instruments, der mit dem Horizonte den Winkel  $I$  macht. Nennt man  $B'' - A''$  den richtigen auf dem Horizonte gemessenen Azimutalunterschied, so ist bei der Kleinheit von  $I$  immer  $B'' - A'' = B' - A'$ . Aber  $I \cdot \sin(A-C) + H$  ist offenbar die Abweichung der Horizontalachse von der Horizontalität bei der Richtung des Fernrohrs nach dem ersten Objecte, und ebenso  $I \cdot \sin(B-C) + H$  die Neigung derselben bei der Richtung des Fernrohrs zum zweiten Objecte. Nennt man diese

beiden Neigungen, die unmittelbar von der Stehlibelle, durch Umstellung angegeben werden,  $I'$  und  $I''$ , so hat man also den wahren Azimutalabstand:

$$B''-A'' = B-A + I''.\operatorname{tang} b - I'.\operatorname{tang} a + K. (\sec b - \sec a)$$

Ist eins der Objecte ein irdisches Signal, wofür  $a$  innerhalb  $\mp 30'$  ist, so kann man ohne Bedenken, wie oben Seite 92,  $I'.\operatorname{tang} a = 0$  und  $\sec a = 1$  setzen, und erhält also:

$$B''-A'' = B-A + I''.\operatorname{tang} b + K. (\sec b - 1).$$

Man bedarf also für die richtige Bestimmung des Azimutalunterschiedes des Polarsterns und eines irdischen Signals nur eine genaue Kenntniss der Inclination der horizontalen Achse bei der Beobachtung des Polarsterns, was auch die kleine Abweichung des Winkels der beiden Hauptachsen von  $90^\circ$  sein mag, und die des Collimationsfehlers  $= K$ . Um erstere zu erhalten, muß die Libelle während der Beobachtung auf der Achse stehen bleiben, weil es zweifelhaft ist, ob bei einer nicht unbedingt festen Aufstellung, bei der Biegsamkeit des Alhidadenkreises, der das ganze Obertheil trägt, die Neigung der Horizontalachse dieselbe bleibt, wenn die Libelle abgehoben wird. Da aber die Libelle nur durch Umlegung die Neigung der Achse anzeigt, so müssen zwei unmittelbar auf einander folgende Beobachtungen des Polarsterns bei den beiden Stellungen der Libelle verbunden werden. Zur Bestimmung von  $K$  dienen die Beobachtungen des terrestrischen Objects in den beiden Lagen des Instruments, K.R. und K.L. Beobachtet man aber auch den Polarstern in beiden Lagen, so erhält die Correction  $K.(\sec b - 1)$  entgegengesetzte Zeichen, und das Mittel der Bestimmungen in beiden Lagen wird fast ganz unabhängig von  $K$  sein, indem nur die kleine Veränderung der Zenithdistanz des Polarsterns in der Zwischenzeit der Beobachtungen K.R. und K.L. in Betracht kommt. In der Regel kann man die Beobachtungen so machen, daß die mittlere Beobachtungszeit des Polarsterns in der einen Lage von der in der andern Lage nicht über  $10'$  in Zeit absteht. Man wird also in der einen Lage das Glied  $\mp K. \sec(b-1)$  in der andern  $\pm K. \sec(b'-1)$  haben, und für das allendliche Azimut das Correctionsglied  $\mp \frac{K.(\sec b - \sec b')}{2}$ . Dieses Glied beträgt, wenn die Zwischenzeit  $10'$  ist, für die Polhöhe von Dorpat nahezu  $\mp 0,00191. \sin t. K$ , kann also nie  $\frac{1}{300} K$  erreichen, und also für  $K$  innerhalb  $100''$  nur  $0,2$ , und selbst, wenn die Zwischenzeit  $= 1$  Stunde wäre, doch nur  $1,2$  austragen. Die Unsicherheit von  $K$  beträgt gewiß selten  $1''$ , und folglich die Unsicherheit des Azimuts aus dem Collimationsfehler hervorgehend nie über  $0,01$  im Bogen, sobald Beobachtungen in beiden

Lagen des Instruments verbunden sind, die nicht über eine Stunde von einander abliegen. Diese Verbindung hat nun noch den Vortheil, dafs sowohl die ungleiche Dicke der Zapfen als eine mögliche Biegung der Achse aus dem Endresultate eliminiert wird.

Nach dieser Entwicklung übersieht man, dafs zu einem vollständigen Satze einer Azimutalbestimmung folgende 8 Beobachtungen erforderlich sind:

I. K. R. oder K. L.

- 1) Beobachtung des Signals;
- 2) — — — desselben;
- 3) — — — des Polarsterns, bei der Libelle Stellung I;
- 4) — — — desselben, — — — — — II.

II. K. L. oder K. R.

- 5) Beobachtung des Polarsterns, bei der Libelle Stellung II;
- 6) — — — desselben, — — — — — I;
- 7) — — — des Signals;
- 8) — — — desselben.

Diese Anordnung ist die vortheilhafteste, indess mag sie ohne erheblichen Nachtheil durch Umstände, die zumal in der Sichtbarkeit des Sterns und des Signals liegen, geändert werden, aber auf keinen Fall darf eine der Beobachtungen ausfallen. Zu einer vollständigen Bestimmung eines Azimuts sind 6 solcher Sätze hinreichend, deren Vertheilung wie bei den Horizontalwinkeln gemacht wird. Siehe Seite 90. Ist es möglich diese so zu nehmen, dafs die mittleren Stundenwinkel des Polarsterns paarweise um  $180^\circ$  von einander abstehen: so ist das Azimut auch unabhängig vom Orte des Polarsterns. Ist aber das irdische Object ein entferntes Signal, so mufs man hierauf verzichten, da nach dem oben, Seite 87, gesagten nur zu einer bestimmten Tageszeit auf eine gute Beobachtung eines entfernten irdischen Signals zu rechnen ist. Beobachtet man statt desselben ein nahe gelegenes festes Absehen, so kann man auch auf eine gute Sichtbarkeit desselben in den Morgenstunden rechnen, und dann Abend- und Morgenbeobachtungen vereinen. So verfuhr ich 1826 auf Hochland, wo ich am 15. August, nachmittags um 4 Uhr, mit einer Zeitbestimmung durch Azimutalabstände des Arcturus vom Absehen begann, dann die eigentlichen Azimutalsätze durch Polaris machte, deren ich zwei erhielt, und vor Sonnenuntergang mit einer Zeitbestimmung durch  $\alpha$  Herculis schlofs. Am nächsten Morgen machte ich abermals zwei Sätze des Azimuts und eine Zeitbestimmung durch  $\alpha$  Tauri. Am Nachmittage des 16. Augusts verfuhr ich ganz wie am Tage vorher,

und konnte so die Bestimmungen schliessen. So hatte ich binnen 27 Stunden, wovon 7 zur Beobachtung angewandt sind, Zeitbestimmung und vollständiges Azimut erreicht. Das gefundene Azimut des Absehen wurde durch den Horizontalwinkel zwischen Halljall und dem Absehen auf Halljall übertragen.

Was die Einstellung des irdischen Gegenstandes betrifft, so wird ganz wie bei der Messung der Dreieckswinkel verfahren. Für den Polarstern ward das obere Fernrohr etwas voraus bewegt, das untere genau auf die Marke gestellt, und dann die Zeit abgewartet, wann der Polarstern in die Mitte der Verticalfäden durch die tägliche Bewegung hineintrat. Bewunderungswürdig genau liefs sich dieses Moment auffassen, und zeigte dadurch, wie sichere Visirungen die Einstellungen in die Mitte zwischen zwei Fäden geben. Sobald die Zeit notirt war, wurde die Libelle abgelesen, dann der Stand der 4 Verniere. Jetzt ward die Libelle umgestellt, und hatte nun, bis die Einstellung des Sterns zum zweiten Male gemacht war, Zeit völlig in Ruhe zu kommen. Die Scale auf der Libelle trägt Zahlen, die von einer Hand zur andern fortlaufen. Der Stand beider Enden der Blase auf der Scale wird notirt, und ist mit West bezeichnet, wenn die Zahlen der Scale von Ost nach West laufen und vice versa. Hieraus ergiebt sich sogleich, welcher Zapfen der höhere ist, nemlich der westliche, wenn das arithmetische Mittel der beiden Zahlen, wohinter West steht, gröfser ist, als das der Zahlen, wohinter Ost steht, und umgekehrt.

Die Formeln  $d\alpha = (-0,0282 \cdot \cos t \cdot d\alpha + \sin t \cdot d\delta) \cdot \sec \phi$  und  $B'' - A'' = B - A + I'' \cdot \tan b + K \cdot (\sec b - 1)$  zeigen, weil  $b$  immer nahe  $= \phi$  ist, dafs alle Fehler und Correctionen zur Bestimmung des Azimuts mit den Secanten und Tangenten der Polhöhe multiplicirt in dieselbe einwirken. Sie geben folglich den analytischen Beweis, dafs die Bestimmung des Azimuts desto schwieriger wird, je gröfser die Polhöhe ist. Geometrisch folgt dies daraus, dafs die Lage eines Kreises desto weniger genau bestimmt ist, je näher die beiden Punkte, durch welche er gelegt werden soll, an einander sind.

#### ZEITBESTIMMUNG DURCH UNTERSCHIEDE DES AZIMUTS.

Die Veränderung des Azimuts eines Sterns ist am gröfsten bei seinem Durchgange durch den Meridian, sie beträgt alsdann für jede Zeitsecunde  $\frac{15'' \cdot \cos \delta}{\sin(\phi - \delta)} = \frac{15'' \cdot \cos \delta}{\sin z}$ , wenn  $\phi$  die Polhöhe,  $\delta$  die Declination des Sterns und  $z$  sein Scheitelabstand. Diese Bewegung beträgt für einen Stern, der den Meridian im südlichen Horizont berührt,  $15'' \cdot \sin \phi$ ; sie ist ferner  $15''$  für einen Stern, dessen



südliche Declination  $45^\circ - \frac{1}{2} \varphi$ ; sie wird  $\frac{15''}{\sin \varphi}$  für einen Stern im Aequator, und wächst nun je näher der Stern dem Scheitelpuncte culminirt. Nördlich vom Scheitel nimmt die Azimutalbewegung in der Culmination ab bis zum Pole, in welchem sie verschwindet; wächst dann wieder bis sie im Nordhorizonte  $15'' \cdot \sin \varphi$ , der im Südhorizonte gleich wird. Vergleicht man einen südlich vom Scheitel culminirenden Fundamentalstern in der Nähe seines Durchganges mit dem Polarstern, so muß der Azimutalabstand derselben sich sehr rasch ändern, wegen der langsamen Bewegung des letzteren, und folglich ein sehr geeignetes Mittel zur absoluten Zeitbestimmung darbieten. Diese Aenderung wird auch noch immer bedeutend groß bleiben, wenn der Fundamentalstern schon ein beträchtliches Azimut erreicht hat, und für alle Sterne, die den ersten Vertical erreichen, selbst in diesem noch  $15'' \cdot \sin \varphi$  betragen, desto größer, je größer die Polhöhe ist. Man beobachte daher abwechselnd den Ort eines Fundamentalsterns und des Polarsterns am Horizontalkreise des Universalinstruments, auf dieselbe Weise, wie oben der Ort eines terrestrischen Objectes mit dem Polarsterne verglichen ist. Man sieht ein, daß hier bei dem Fundamentalsterne ebenso der Stand der Libelle abgelesen werden muß, wie beim Polarsterne, um auch für ihn den Ort wegen der Inclination verbessern zu können. Durch Beobachtungen in beiden Lagen K.R. und K.L. werden alle constanten Fehlerquellen eliminirt. So gewährt diese Methode dem mit tragbarem Instrumente versehenen Astronomen den Vortheil, daß er zu jeder Zeit durch den Polarstern und einen Fundamentalstern eine Zeitbestimmung erhält, die unter größeren Breiten fast ebenso genau ist, als wenn beide Sterne im Meridiane selbst beobachtet wären, und so oft als beliebig wiederholt werden kann. Anstatt den Fundamentalstern unmittelbar mit dem Polarstern zu vergleichen, kann man jeden Stern getrennt mit demselben terrestrischen Objecte vergleichen, wodurch man den Vortheil hat, daß es nicht ein Mal erforderlich ist, daß beide Sterne gleichzeitig sichtbar sind. Dieses letzte Verfahren ist von mir, wie oben schon erwähnt, in Hochland angewandt worden. Ich hatte, um die Beobachtungen bei Tage machen zu können, mir für die ausgewählten Fundamentalsterne  $\alpha$  Tauri, Arcturus und  $\alpha$  Herculis eine Tafel der Azimute und Höhen um die Zeit der Culmination berechnet, und ein vorläufiges Azimut aus einigen Sextantenbeobachtungen der Sonne abgeleitet. Das von mir gebrauchte Verfahren gewährt den Vortheil, daß die Beobachtung des irdischen Gegenstandes gleich den Fehler der Gesichtslinie zu erkennen giebt, der sich bei den Sternbeobachtungen mit der Veränderung des Sterns im Azimute vermischt. Überdies ist

es ja nur ein- für allemal nöthig, die hinreichende Zahl von Vergleichen mit dem Polarstern zu haben, um des terrestrischen Signals Azimut zu bestimmen, und dann für jede Zeit durch Vergleichung der Fundamentalsterne mit diesem Signale die absolute Zeitbestimmung zu erreichen. Es ist zwar gewiß am besten, den Fundamentalstern in der Nähe seiner Culmination zu nehmen; aber in größeren geographischen Breiten wird man für jeden Stundenwinkel bedeutende Azimutaländerungen eines Fundamentalsterns haben, und daher sich gar nicht durch die Bedingung, daß der Fundamentalstern nahe an der Culmination sei zu beschränken, brauchen.

Um dies besser beurtheilen zu können, habe ich für die Polhöhe von Hochland  $\phi = 60^\circ 5'$  und die Declination des Arcturus  $\delta = + 20^\circ 3'$  folgende Tafel, die bis nahe an den Horizont reicht, berechnet.

Stunden- winkel.	Azimut, a =		Zenithdi- stanz, z =		Für eine Zeitsecunde da =      dz =		Coefficient der Inclin.      Collim.	
0°	0°	0'	40°	1'	21,9	0,0	1,191	1,555
15	21	34	41	25	21,0	2,8	1,134	1,512
30	41	20	45	19	18,6	4,9	0,989	1,407
45	58	39	51	3	16,2	6,3	0,808	1,286
60	73	49	57	52	14,3	7,2	0,628	1,181
75	87	30	65	14	13,2	7,5	0,461	1,101
90	100	19	72	40	12,6	7,4	0,312	1,040
105	112	49	79	47	12,5	6,9	0,180	1,016
120	125	24	86	12	12,7	6,1	0,066	1,003

Man sieht, daß die kleinste Azimutaländerung in einer Zeitsecunde für Arcturus noch 12,5 beträgt, und bedeutend größer ist, als die größte Höhenveränderung 7,5, daß also die Azimute sich zu jeder Zeit der Sichtbarkeit des Sterns mehr zur Zeitbestimmung eignen, als die Höhen selbst zur günstigsten Zeit im ersten Vertical. Wenn nun zwar die Azimutaländerung abnimmt, so wie der Stern sich vom Meridiane entfernt, so werden dagegen auch die Correctionen für die Neigung und Abweichung der Gesichtslinie kleiner, und dadurch wird in größeren Entfernungen vom Meridiane die Beobachtung sicherer werden, weil der Einfluß der Fehler jener Elemente geringer wird.

Unser Universalinstrument hat zwei parallele Verticalfäden. Bei der Beobachtung des Orts eines Fundamentalsterns muß das Moment erfaßt werden, wenn die Bewegung den Stern in deren Mitte bringt. Daß sich kleine Brüche der Zeitseconde schätzen lassen, bei einem normalen Durchgang eines Sterns durch einen Verticalfaden ist bekannt, aber nach einiger Übung wird man fast ebenso gut den Bruch angeben können, wenn der Stern durch seine geneigte Bewegung in die Mitte zwischen zwei Fäden getreten ist, wenn man sich den Stand des Sterns gegen die Fäden bei jedem Schlage der Uhr merkt. Die Berechnung unserer Zeitbestimmungen durchs Azimut zeigt, daß der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Zeitbestimmung, auf einem Durchgange durch die Mitte beruhend, nur  $0,11$  in Zeit ist, worin sowohl der Schätzungsfehler der Zeit, als der der Ablesung ist, und daß folglich die Schätzung für sich einen kleineren w. F. als  $0,1$  Zeit in gehabt haben muß. Ich erwähne hier schon, daß auch bei meinen Zeitbestimmungen durch Scheitelabstände der Fundamentalsterne der Bruch der Secunde notirt wurde, wenn der Stern in der Mitte zwischen beiden Horizontalfäden sich befand. Wenn die Genauigkeit, die hiebei in den einzelnen Beobachtungen erreicht wurde, etwas geringer war, als bei den Azimutalbeobachtungen, so war dies eine Folge der geringeren Höhenänderung des Sterns, von welcher die Schärfe der Zeitbestimmung abhängig ist.

#### BEOBACHTUNGEN AM ASTRONOMISCHEN THEODOLITEN.

Ich wandte dies Instrument für die Hülfstriangulirung auf Hochland, und für die Verbindung der Dreiecke mit dem Meeresufer bei Kunda als Horizontalwinkelmesser an; einige Male auch zur Messung von Scheitelabständen irdischer Objecte. Die Methode der Beobachtung ist im allgemeinen für horizontale Winkel dieselbe wie beim Universalinstrument, nur sorgte ich für eine sehr feste Aufstellung und sah dann selbst die Richtung des unteren Fernrohrs nach, weil ein zweiter Beobachter bei dem kleinen Instrumente beengt hätte. Bei den Zenithdistanzen bedarf es nicht wie am Universalinstrument des Gehülfen, indem die Wasserwage K nach der Einstellung der Gesichtslinie sogleich bequem abgelesen werden kann. Der Gebrauch des Instruments ist für senkrechte Winkel völlig identisch mit dem des Mitauer Kreises, da beider Bauart im wesentlichen ganz gleich ist. Ich verweise daher auf diesen. So läßt der Theodolit durch Anbringung der Wasserwage K, Tafel IX., als tragbarer Verticalmesser gar nichts zu wünschen übrig. Ohne K

würde sein Gebrauch nicht ohne Bedenken sein, da die auf der Achse befindliche Wasserwage *t* keine Gewähr leisten kann für die unverrückte Stellung des Limbuskreises *F*. Durch die Anbringung von *K* wird die unmittelbare Repetition unmöglich. Sie ist ja aber auch überflüssig, da das Mittel der 4 Verniere bei jeder Ableseung nur eine Secunde Unsicherheit läßt. Siehe Seite 76. Was das Instrument für Polhöhen leistet, hat *Lemm* in den astr. Nachr.; Band 6, Seite 459 gezeigt. Als Horizontalwinkelmesser ist der Gebrauch des Instruments für die Azimute vorzugsweise auf die Sonne beschränkt, weil man mit dem Fernrohr nicht nahe genug zum Scheitel kann, um in unserer Polhöhe den Polarstern zu erreichen. Für irdische Winkel ist nun zwar nichts bequemer als ein solches Instrument, auch hat der Erfolg eine sehr befriedigende Genauigkeit bewiesen, selbst wenn die Winkel nur auf 3 Sätzen beruhen. Siehe die Darstellung der Hilfsdreiecke. Aber dennoch liegt in der Construction dieses Theodoliten als Horizontalinstruments, so wie aller, auch der zwölfzolligen, von *Reichenbach* und *Ertel*, ein wesentlicher Fehler. Das Versicherungsfernrohr ist nicht unmittelbar an den Limbuskreis angebracht, sondern an die Hülse *y* des Arms *w*, gegen welchen der Limbuskreis geklemmt ist. Eine Verstellung des Kreises, die nicht am Fernrohre bemerkt wird, kann nun aus einer gedoppelten Ursache entstehen. Erstlich kann in der Mikrometerschraube *x* etwas Spiel und Biegsamkeit sein; zweitens kann die Hülse *y* etwas Spiel ums Centrum haben. Die durch die Wirkung der Tragfeder im Ansatz *μ*, Fig. 5, so geringe Friction der Achse des Alhidadenkreises in ihrer am Limbuskreise sitzenden Büchse bei horizontaler Aufstellung, ist die Hauptursache, daß obige Fehlerquellen nur kleine Fehler erzeugen. Sie müssen aber immer die Genauigkeit der Resultate begrenzen, und es wird eine wesentliche Verbesserung des Theodoliten sein, wenn das Versicherungsfernrohr unmittelbar an das Centrum des Limbuskreises angebracht ist, wie beim Universalinstrument, oder an die Peripherie angeklemt wird, um so dem Gebrauche der Wasserwage *K* bei den Verticalwinkeln zu entsprechen.

#### BEOBACHTUNGEN DER ZENITHDISTANZEN DER STERNE AN DEN BEIDEN VERTICALKREISEN.

Der Zweck dieser beiden Instrumente war die Beobachtung der Meridianzenithdistanzen mehrerer Sterne für die Bestimmung der Amplituden, und der Zenithdistanzen einiger Fundamentalsterne in der Nähe des ersten Verticals zur Bestim-

mung der absoluten Sternzeit. Wir wollen zuerst die Beobachtungen am Mitauer Verticalkreise näher beleuchten.

Zur Bestimmung der Zenithdistanz eines unbeweglichen Objects ist ein Ort bei  $K.L. = L$  und ein zweites bei  $K.R. = R$  erforderlich, dann wird  $\frac{R-L}{2}$  die Zenithdistanz und  $\frac{R+L}{2}$  der Ort des Zeniths sein. Ist das Fernrohr nach dem Objecte gerichtet, so muß der Stand der Wasserwage M abgelesen werden und das Mittel der Verniere wird wegen des Standes der Wasserwage so verbessert, daß es nun einem gleichen Stande beider Blasenenden vom mittleren Nullstrich entspricht. Wegen der Hemmung an der Peripherie muß eine Biegung der Speichen an dem Alhidadenkreise eintreten; es sind daher zu einer endlichen Bestimmung jedes Ortes L oder R zwei Einstellungen mit entgegengesetzter Bewegung der Mikrometerschraube erforderlich, deren Mittel genommen wird. Diese Biegung ist an unsern beiden Kreisen sehr geringe, wenn man die Achse des Alhidadenkreises sehr schwach gegen ihre Büchse anzieht, wodurch in derselben die Friction sehr klein ist. Diese wird überdies noch sehr durch das Gegengewicht des Alhidadenkreises, welches Frictionsrollen hebt, vermindert. Der mögliche Spielraum der Achse in ihrer Büchse kann hier keinen Nachtheil erzeugen, weil er nur eine unschädliche Excentricität verursacht, und keine von der Schwere herrührende Versetzung, wie wenn man bei der Repetition von der graden zur ungraden Beobachtung übergeht. Es muß also ein Satz der Zenithdistanz eines Objects nothwendiger Weise aus 4 Beobachtungen bestehen. Für die Bestimmung der Meridianzenithdistanz eines Sterns wird man die Zeit der Beobachtung notiren, d. h. in der Regel das Moment abwarten, wenn die Höhenänderung den Stern in die Mitte der Horizontalfäden bringt. Nur ganz nahe an der Culmination, vorzüglich beim Polarsterne, ist die Höhenänderung so geringe, daß man durch die Mikrometerschraube die Gesichtslinie unmittelbar auf den Stern bringt. Für die Ablesung der Libelle M bedarf es offenbar an diesem Instrumente keines Gehülfen. Sobald die Zeit geschrieben ist, wird die Libelle notirt, und dann die Verniere gelesen.

Für den Dorpater Verticalkreis ist noch ein Umstand zu beachten. Die Libelle sitzt nicht an der Peripherie, sondern auf dem Centro, während auch der Limbuskreis an der Peripherie gegen die Trommel gehemmt ist. Es ergiebt sich, daß bei noch so geringer Friction der Achse des Limbuskreises, Tafel VIII., Fig. 6, in ihrer Büchse *c*, Fig. 3, immer eine Spannung der Speichen des Limbuskreises erzeugt werden muß, ehe die Libelle auf dem Centro der Drehung des Limbus folgt.

Es giebt also zwei Zustände des Limbus in Bezug auf die Libelle, je nachdem die hemmende Mikrometerschraube verschiedene letzte Bewegung hatte. In demselben Satze muß immer dieselbe Bewegung erhalten werden, um die Oerter völlig untereinander vergleichbar zu machen, und so nenne ich Satz I. A. den Satz I., wenn bei ihm die Mikrometerschraube der Hemmung des Limbus eine letzte Bewegung der Libelle nach der Richtung gegeben hat, daß durch sie eine gröfsere positive Correction durch die Libellenablesung entsteht, und Satz I. B. wenn das entgegengesetzte statt findet. Offenbar bedarf man für die Beobachtung der Wasserwage hier einen Gehülfen. Daß man diesen beim Mitauer Kreise nicht bedarf, ist ein wesentlicher Vorzug desselben.

Für beide Verticalkreise habe ich den Biegungscoefficient  $\alpha$ , siehe Seite 81 nach Bessels Methode bestimmt, und zwar für den Dorpater Kreis schon 1825 in Dorpat, vor und während der ersten astronomischen Beobachtungen, dann in Jacobstadt und endlich in Dorpat nach dem Schlusse der astronomischen Beobachtungen. Für den Mitauer Verticalkreis geschah dasselbe in Jacobstadt und Dorpat. In Hochland liefs die Localität solche Versuche nicht zu.

In Jacobstadt sowohl, als in Hochland wurden die absoluten Zeitbestimmungen durch Zenithdistanzen an diesen Verticalkreisen gemacht, wozu ich Fundamentalsterne in der Nähe des ersten Verticals wählte, und zwar zu jeder vollständigen Zeitbestimmung einen Stern im östlichen und einen im westlichen, aus deren Resultaten das Mittel genommen wurde. Von jedem Stern wurde ein Satz von 4 Einstellungen gemacht, wodurch also, da der Ort des Zeniths bekannt war, im ganzen acht verschiedene Zeitbestimmungen erhalten wurden, die schon einzeln eine große Genauigkeit gewährten, und deren Mittel auch noch fast ganz frei vom Einflusse aller übrigen Elemente, aufser den absoluten Positionen der Sterne, sein mußte. Die Höhenänderung beträgt zwar immer nur 7" bis 8" im Bogen für jede Zeitsecunde; daß sich aber dennoch kleine Brüche der Secunde für das Moment, wann der Stern in der Mitte zwischen beiden horizontalen Fäden sich befindet, schätzen lassen, hat die Erfahrung bewiesen.

#### BEOBACHTUNGEN AM MITTAGSROHR VON DOLLOND IM ERSTEN VERTICALE.

Mit diesem Instrumente, als Zenithsector im ersten Verticale nach Bessels unvergleichlicher Methode aufgestellt, sind erstlich an den drei Hauptpuncten die

Zenithdistanzen der Sterne  $\gamma$ ,  $\zeta$ ,  $\eta$  im großen Bären und dann an jedem der Punkte die Abstände einiger sehr nahe beim Scheitel vorbei gehender Sterne ermittelt worden. Durch letztere sollten die Amplituden mittelst der am Meridiankreise zu bestimmenden Unterschiede der Declinationen dieser Sterne gefunden werden.

Es giebt zwei verschiedene Methoden der Anwendung des Instruments für diesen Zweck. Die eine besteht darin, daß man dasselbe zwischen den beiden Durchgängen umlegt, und so die Abweichung der Gesichtslinie für jede vollständige Beobachtung in beiden Verticalen eliminirt. In der anderen läßt man das Instrument in beiden Verticalen in unveränderter Lage, ändert diese aber von einem Tage zum andern, und eliminirt so die Abweichung der Gesichtslinie. Ich habe beständig die letzte Methode angewandt, der Constanz der optischen Achse meines Instruments durch einen Gebrauch seit vielen Jahren gewiß.

Bei der Beobachtung der dem Scheitel sehr nahen Sterne durchschneidet die tägliche Bewegung des Sterns die Fäden unter sehr spitzen Winkeln; so daß es schwer wird, den Stern genau in der Mitte zwischen den beiden horizontalen Fäden seinen Durchgang durch den in der Richtung des Verticals liegenden Faden halten zu lassen. Eine Mikrometerbewegung des ganzen Instruments um die horizontale Achse würde hier die Beobachtung sehr erleichtern. Den Mangel derselben empfand ich bei der Beobachtung der Zenithsterne, indeß glaube ich doch, daß Übung in der Nachstellung des Fernrohrs aus freier Hand bald das vollkommnere Hilfsmittel zur Genüge ersetzte. Die Bärensterne wurden von mir an 5 Fäden beobachtet; die kleinen Zenithsterne nur an dreien, weil sie zum Theil den äußersten südlichen Faden nicht erreichten.

Das wichtigste Element für die Ziehung richtiger Resultate nach dieser Methode ist die Bestimmung der jedesmaligen Neigung der Achse. Diese Bestimmung machte ich beständig bei horizontaler Richtung des Fernrohrs, und zwar einmal wenn dasselbe nach Osten und zum andern Mal wenn es nach Westen gerichtet war: so daß aus beiden Bestimmungen das Mittel genommen wurde. Wenn die im Tagebuche für die Messung der Inclination angegebene Zeit identisch mit der des Durchganges eines Sterns ist, so war die eine Hälfte der Bestimmung vor der Beobachtung des Sterns, die andere Hälfte nachher gemacht worden. Die vollständige Ablesung eines solchen Nivellements, welches Dorpat 1827 den 28. Juni für den Durchgang von  $\eta$  Ursae majoris um 10 Uhr 51' R bestimmt wurde, sind folgende:



Von 10 Uhr 42' bis 10 Uhr 58'.

Objectiv Ost.			Objectiv West		
Von 17,3 <sup>t</sup> bis 160,1 <sup>t</sup> nach Süden	88,7 <sup>t</sup> S		Von 12,0 <sup>t</sup> bis 154,2 <sup>t</sup> nach Norden	83,1 <sup>t</sup> S	
— 12,8 — 155,2 — Norden	84,0 N		— 16,8 — 159,2 — Süden	88,0 N	
Differenz	4,7.		Differenz	4,9	

Im Mittel ist also der südliche Zapfen um 4,8 Halbtheile = 4,8. 0,317 = 1,52 höher, oder die Correction der Neigung ist —1,52. Im Tagebuche findet sich für 10 Uhr 51', I = —1,52.

## ZWEITE ABTHEILUNG.

---

BERECHNUNG DER BEOBACHTUNGEN.

## DARSTELLUNG DER DREIECKSMESSUNGEN.

### WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

Die ganze Winkelmessung auf den Hauptdreieckspuncten ist mit dem Universalinstrumente gemacht. Es findet für jeden Winkel eine gedoppelte Reduction statt, die erste wegen der excentrischen Stellung des Winkelmessers, die zweite, wenn der Zielpunct nicht mit dem Centro der Station übereinstimmt. Am einfachsten ist es, wenn man die aus beiden Ursachen hervorgehenden Verbesserungen unmittelbar an die Ablesungen für jedes Object anbringt, d. h. aus ihnen diejenigen ableitet, welche statt gefunden hätten, wenn das Instrument im Centro des Signals aufgestellt gewesen wäre und wenn der Zielpunct senkrecht über dem Centro des beobachteten Signals sich befunden hätte.

Beachtet man, daß die Theilung auf dem Horizontalkreise des Universalinstrumentes in der Richtung von Norden durch Osten läuft: so übersieht man gleich, indem man den Winkel am Universalinstrumente zwischen dem Centro der Schwelle und einem Signal =  $w$  von der linken zur rechten Hand bis  $360^\circ$  rechnet, wenn  $e$  der Abstand des Instruments vom Centro der Schwelle und wenn  $E$  die Entfernung des Signals des Standpunctes vom beobachteten Signal bedeutet, daß alsdann die Reduction für die Ablesung sich durch  $r = \frac{+e \cdot \sin w}{E \cdot \sin 1''}$  findet. Daß eine vorläufige

Berechnung der ganzen Dreiecksreihe die Werthe von  $E$  geben muß, ist bekannt. Wenn  $E$  in Toisen,  $e$  in Zollen: so ist  $\log r = \log e + \log \sin w + 3,45709 - \log E$ , indem  $3,45709 = 10 - \log 72 - \log \sin 1''$ . Ich wähle hier als Beispiel den Standpunct Palzmar 1824. Das Tagebuch giebt  $w$  für Oppekahn =  $-126^\circ 21,7$ , für Kortenhof =  $-83^\circ 33'$ , aus welchem mit dem Zwischenwinkel  $42^\circ 47,2$ , der erste =  $-126^\circ 20,2$ , also im Mittel  $-126^\circ 21'$  folgt; ferner giebt es  $e = 27$  Fufs 10,6 Zoll = 334,6 Zoll,  $\log e = 2,52453$ ; folglich  $\log c = 2,52453 + 3,45709 = 5,98162$ . Nun steht die Rechnung folgendermaßen:

Mariomaggi.	OppekaIn.	Kortenhof.	Ramkau.
$w = 187^{\circ} 17,5$	$233^{\circ} 39,0$	$276^{\circ} 26,2$	$343^{\circ} 18,5$
$\text{Log sin } w = 9,10373 \text{ n}$	$9,90602 \text{ n}$	$9,99726 \text{ n}$	$9,45822 \text{ n}$
$\text{Log } c = 5,98162$	$5,98162$	$5,98162$	$5,98162$
$5,08535 \text{ n}$	$5,88764 \text{ n}$	$5,97888 \text{ n}$	$5,43984 \text{ n}$
$\text{Log } E = 4,07226$	$4,34560$	$4,30613$	$4,21411$
$\text{Log } r = 1,01309 \text{ n}$	$1,54204 \text{ n}$	$1,67275 \text{ n}$	$1,22573 \text{ n}$
$r = -10,31$	$-34,84$	$-47,07$	$-16,82.$

Bringt man diese Verbesserungen an die im Tagebuche gegebenen Ablesungen an: so wird man diejenigen haben, die zwischen denselben Zielpuncten vom Centro des Signals aus gefunden wären, wenn der Winkelmesser daselbst in einer völlig parallelen Lage aufgestellt gewesen wäre.

Was die Reduction für die Excentricität des Visirbalken betrifft, so ist ihre Berechnung ganz einfach. Rechnet man die Winkel von der Linie Cx, welche das Centrum der Schwelle mit der Projection des Centri des Visirbalken verbinden, von der linken zur rechten = u, und ist Cx = f, so wird die Reduction für jeden Standpunct  $s = \frac{-f \cdot \sin u}{E \cdot \sin 1''}$ . In Palzmar ist z. B. f = 2,8 Zoll, und der Winkel u für OppekaIn =  $40^{\circ}$ ;  $\text{Log } 2,8 = 0,4472$ ;  $\text{Log } c = 0,4472 + 3,4571 = 3,9043$ ; und damit steht die Rechnung so:

Mariomaggi.	OppekaIn.	Kortenhof.	Ramkau.
$u = 353^{\circ} 39'$	$40^{\circ} 0'$	$82^{\circ} 47'$	$149^{\circ} 40'$
$\text{Log sin } u = 9,0438 \text{ n}$	$9,8081$	$9,9966$	$9,7033$
$\text{Log } c = 3,9043$	$3,9043$	$3,9043$	$3,9043$
$2,9481 \text{ n}$	$3,7124$	$3,9009$	$3,6076$
$\text{Log } E = 4,0723$	$4,3456$	$4,3061$	$4,2141$
$\text{Log } s = 8,8758$	$9,3668 \text{ n}$	$9,5948 \text{ n}$	$9,3935 \text{ n}$
$s = + 0,08$	$-0,23$	$-0,39$	$-0,25$

Diese s sind die Reductionen, die die Gesichtslinien nach Palzmar Signalbalken erhalten von den 4 genannten Standpuncten aus gesehen, um für die Linien nach dem Centro der Signalschwelle zu gelten. Man übersieht, wie für die Gesichtslinien nach den Heliotropen und Absehen, deren Correctionen = h und = a gefunden werden, da ihre horizontalen Abstände von der Linie von dem Centro der Schwelle oder des Visirbalken nach dem Beobachtungsorte unmittelbar gegeben sind, und daß diese Correctionen positiv oder negativ sind, je nachdem vom Beobachtungs-

orte aus gesehen das Heliotrop oder Absehen links oder rechts vom Centro der Schwelle stand.

Mitunter finden sich etwas verwickeltere Centrirungen, so für die Visirungen nach dem Thurme in Oberpahlen, die auf die Gesichtslinie nach dem Orte des Instruments zu reduciren sind; so in Oppekaln für den Stand des Instruments auf dem Kirchenberge, der mit dem als Centrum des Thurms auf der Durchsicht desselben ausgemittelten Punkte verbunden werden mußte. Das Tagebuch enthält dann alle erforderlichen Data, und mit Hülfe der Figuren in Tafel II. und III. eine solche Verständlichkeit, dafs über die Reduction nie ein Zweifel entstehen kann.

Die Ablesungen in Palzmar bedürfen nun, nachdem die Correctionen  $r$  angebracht sind, für Mariomäggi und Ramkau noch der Verbesserungen  $s$ , für Oppekaln und Korten Hof noch der  $h$ . Für den ersten Punct ist  $s = + 0,43$ , für den zweiten  $s = -0,42$ ; für den dritten  $h = + 0,84$ ; für den vierten  $h = + 2,09$ . Hiemit erhält man die endlichen Werthe der in jeder Rücksicht sich auf die Centra beziehenden Ablesungen. Der Satz I., Seite 72 des Tagebuchs, wird nun folgendermaßen stehen:

Gegenstand.	Ablesung.	Reduction.	Verbess. Abl.
Mariomäggi Signal	179° 59' 59,3	$r + s = -10,31 + 0,43 = -9,88$	179° 59' 49,42
Oppekaln Heliotrop	226 21 16,0	$r + h = -34,84 + 0,84 = -34,00$	226 20 42,00
Korten Hof Heliotrop	269 8 26 0	$r + h = -47,07 + 2,09 = -44,98$	269 7 41,02
Ramkau Signal	336 0 49,6	$r + s = -16,82 - 0,42 = -17,24$	336 0 32,36
Mariomäggi Signal	179 59 59,7	— 9,88	179 59 49,82
Oppekaln Heliotrop	226 21 14,8	— 34,00	226 20 40,80
Korten Hof Heliotrop	269 8 27,8	— 44,98	269 7 42,82
Ramkau Signal	336 0 52,8	— 17,24	336 0 35,56
Ramkau Signal	336 0 53,7	— 17,24	336 0 36,46

Nimmt man nun aus den mehrfachen Bestimmungen desselben Gegenstandes das Mittel: so erhält man für

	Mariomäggi.	Oppekaln.	Korten Hof.	Ramkau.
mittlere Oerter:	179° 59' 49,62	226° 20' 41,40	269° 7' 41,92	336° 0' 34,79
Zwischenwinkel:	46° 20' 51,78	42° 47' 0,52	66° 52' 52,87	

In der nachfolgenden Darstellung der Winkelmessung an den verschiedenen Standpuncten, gebe ich für jeden die verschiedenen Reductionsgrößen, um die vollständig centrirtten Ablesungen abzuleiten, nemlich die Größe  $r$  für die Excentricität des aufgestellten Winkelmessers; und für die respective beobachteten Signalbalken, Heliotrop, Thurmspitze oder Absehen die entsprechenden Größen  $s$ ,  $h$ ,  $t$ ,  $a$ . Ist daher eine Heliotrop beobachtet, so giebt die Größe  $r + h$  die vollständige Reduction, u. s. w. Aus den centrirtten Ablesungen werden nun, wie im obigen Beispiele Palzmar, die mittleren Oerter jedes Satzes abgeleitet, deren Unterschiede die Zwischenwinkel sind. Wo also 5 Sätze beobachtet wurden, giebt es 5 Werthe der Zwischenwinkel, im Jahre 1823; späterhin sind deren 6. Siehe Seite 90 u. f. In dem nachfolgenden sind nun die aus den verschiedenen Sätzen ihrer Ordnung nach sich ergebenden Winkel, nebst ihrem allendlichen Mittel, und den Unterschieden der einzelnen Bestimmungen vom Mittel, gegeben.

KERSEL. (Tagebuch Seite 1.)

Dorpat,  $r = + 3'59,49$ ,  $s = 0,00$ ,  $h = -0,40$ ; Arrohof,  $r = + 9'55,78$ ,  $h = 0,00$ ; Oberpahlen,  $r = + 16'0,06$ ,  $hL = + 21,49$ ,  $hIL = + 32,18$ ,  $t = + 3'56,48$ ; Sall,  $r = -7'17,22$ ,  $s = + 0,25$ .

Winkel: Dorpat—Arrohof. Arrohof—Oberpahlen. Oberpahlen—Sall.

32° 19' 44,48	+1,47	79° 31' 55,47	-0,37	77° 43' 7,51	-2,52
41,62	-1,39	56,99	+1,15	10,46	+0,43
42,96	-0,05	55,19	-0,65	9,61	-0,42
42,99	-0,02	56,05	+0,21	11,62	+1,59
43,02	0,01	55,49	-0,35	10,93	+0,90

Mittel: 32 19 43,01

79 31 55,84

77 43 10,03

Anmerkung. Für Oberpahlen ist  $hL$  für das Abendheliotrop,  $hIL$  für das Morgenheliotrop.

## OBERPAHLEN. (Tagebuch Seite 9.)

$r = 0,00$  für alle; Marien  $t = 0,00$ ; Sall,  $s = + 0,09$ ; Kersel,  $s = - 0,10$ ; Arrohof,  $h = 0,00$ ,  $s = - 0,50$ ; Holstfershof  $h = 0,00$ ,  $s = + 0,26$ .

Winkel: Marien — Sall.

$30^{\circ} 34' 53,59$	$- 0,61$
53,27	$- 0,93$
55,83	$+ 1,63$
54,10	$- 0,10$

Mittel:  $30^{\circ} 34' 54,20$ 

Sall — Kersel.

$52^{\circ} 19' 50,29$	$- 0,14$
52,51	$+ 2,08$
50,41	$- 0,02$
48,50	$- 1,93$

Mittel:  $52^{\circ} 19' 50,43$ 

Winkel: Kersel — Arrohof.

$61^{\circ} 21' 46,88$	$- 1,25$
48,08	$- 0,05$
48,82	$+ 0,69$
49,40	$+ 1,27$
47,45	$- 0,68$

Mittel:  $61^{\circ} 21' 48,13$ 

Arrohof — Holstfershof.

$49^{\circ} 27' 24,30$	$+ 2,13$
19,19	$- 2,98$
22,87	$+ 0,70$
22,60	$+ 0,43$
21,90	$- 0,27$

Mittel:  $49^{\circ} 27' 22,17$ 

Anmerkung. Im Satze V. fehlen die Objecte Marien und Sall, weil sie unsichtbar waren, so daß die ersten beiden Winkel nur auf 4 Sätzen beruhen. Die Sätze II. und III. sind dagegen doppelt für dieselben Winkel, indess rechtfertigt dies die Auslassung in Satz V. nicht, da die Mittel aus den verschiedenen Sätzen zu nehmen sind, nach den von mir festgestellten Grundsätzen. Wollte man ohne Rücksicht auf die Sätze die Mittel aus den 6 verschiedenen Bestimmungen der beiden Winkel nehmen: so wären sie  $30^{\circ} 34' 54,32$  und  $52^{\circ} 19' 50,77$  um  $+ 0,12$  und  $+ 0,34$  verschieden. Die oben gegebenen Werthe sehe ich als die definitiven an.

## SALL. (Tagebuch Seite 15.)

Kersel,  $r = - 18,95$ ,  $s = - 0,16$ ; Oberpahlen  $r = - 39,94$ ,  $t = + 2^{\circ} 36,66$ ; Marien,  $r = - 1^{\circ} 0,46$ ,  $t = 0,00$ ; Ebbafer,  $r = + 12,76$ ,  $s = + 0,07$ .

Winkel: Kersel — Oberpahlen. Oberpahlen — Marien. Marien — Ebbafer.

$49^{\circ} 57' 2,70$	$+ 0,77$	$61^{\circ} 47' 60,02$	$+ 0,69$	$56^{\circ} 0' 43,34$	$- 0,16$
2,63	$+ 0,70$	59,51	$+ 0,18$	43,22	$- 0,28$
0,56	$- 1,37$	59,62	$+ 0,29$	42,08	$- 1,42$
0,89	$- 1,04$	59,52	$+ 0,19$	44,03	$+ 0,53$
2,87	$+ 0,94$	57,97	$- 1,36$	44,84	$+ 1,34$

Mittel:  $49^{\circ} 57' 1,93$ Mittel:  $61^{\circ} 47' 59,33$ Mittel:  $56^{\circ} 0' 43,50$



## MARIEN - MAGDALENEN. (Tagebuch Seite 20.)

Ebbafer,  $r = + 23''18$ ,  $s = - 0''26$ ; Tammik,  $r = + 15''57$ ,  $s = - 0''95$ ; Sall,  $r = + 7''93$ ,  $s = - 0''25$ ; Oberpahlen,  $r = - 11''75$ ,  $h = - 25''69$ .

Winkel: Ebbafer — Tammik. Ebbafer — Sall. Sall — Oberpahlen.

$45^{\circ} 4' 40''03$	$- 1''52$	$63^{\circ} 21' 51''42$	$- 0''29$	$87^{\circ} 37' 8''17$	$- 0''57$
41,62	$+ 0,07$	52,20	$+ 0,49$	9,78	$+ 1,04$
42,56	$+ 1,01$	51,94	$+ 0,23$	7,06	$- 1,68$
41,47	$- 0,08$	52,09	$+ 0,38$	9,96	$+ 1,22$
42,05	$+ 0,50$	50,90	$- 0,81$		
Mittel: $45^{\circ} 4' 41,55$		$63^{\circ} 21' 51,71$		$87^{\circ} 37' 8,74$	

Anmerkung. Im Satze III. fehlt Oberpahlen. Da der Winkel nur  $2\frac{1}{4}^{\circ}$  von  $90^{\circ}$  verschieden ist: so ist er als unabhängig von den Theilungsfehlern anzusehen, und der Mangel eines Satzes kann keinen constanten Fehler erzeugen. Der Satz IV. ist doppelt beobachtet; wollte man für den letzten Winkel, ohne Rücksicht auf die Sätze, das Mittel der 5 verschiedenen Bestimmungen nehmen: so wäre dieser  $87^{\circ} 37' 8,41$  und  $- 0''33$  vom obigen verschieden. Ich sehe aber das andere Mittel als das definitive an.

## EBBAFER. (Tagebuch Seite 25.)

Lewala,  $r = - 42''95$ ,  $s = + 0''04$ ; Raeküll,  $r = - 1^{\circ} 13''29$ ,  $a = - 0''27$ ; Tammik,  $r = + 27''93$ ,  $s = - 0''55$ ; Sall,  $r = + 21''24$ ,  $s = - 0''41$ ; Marien,  $r = + 43''71$ ;  $t = 0''00$ .

Winkel: Lewala — Raeküll. Raeküll — Tammik.

$42^{\circ} 27' 36''12$	$+ 0''36$	$96^{\circ} 23' 27''70$	$- 1''43$
34,63	$- 1,13$	28,19	$- 0,94$
33,25	$- 2,51$	30,85	$+ 1,72$
35,36	$- 0,40$	29,54	$+ 0,41$
39,42	$+ 3,66$	29,38	$+ 0,25$
Mittel: $42^{\circ} 27' 35,76$		$96^{\circ} 23' 29,13$	

# WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

121

Winkel: Tammik — Marien.

Sall — Marien.

63° 40' 16,68	+1,71
16,95	+1,98
14,28	—0,69
14,29	—0,68
12,64	—2,33

60° 37' 26,72	+0,46
26,20	—0,06
25,76	—0,50
27,51	+1,25
25,11	—1,15

Mittel: 63 40 14,97

60 37 26,26

## WARRESMÄGGI. 1823. (Tagebuch Seite 31.)

Raeküll,  $r = -34,43$ ,  $s = -0,34$ ; Lewala,  $r = -18,24$ ,  $s = -0,28$ ; Halljall,  $r = -38,45$ ,  $t = 0,00$ ; Hohenkreutz,  $r = +44,72$ ,  $s = -0,10$ .

Winkel: Raeküll—Lewala. Lewala—Halljall. Halljall—Hohenkreutz.

38° 50' 50,08	—0,77	57° 48' 11,90	—0,51	79° 8' 30,09	—1,14
52,27	+1,42	12,46	+0,05	31,22	—0,01
51,30	+0,45	11,88	—0,53	30,19	—1,04
50,95	+0,10	12,63	+0,22	34,27	+3,04
49,64	—1,21	13,17	+0,76	30,39	—0,84

Mittel: 38 50 50,85

57 48 12,41

79 8 31,23

## LEWALA. 1823. (Tagebuch Seite 38.)

Halljall,  $r = +110,77$ ,  $t = 0,00$ ; Warresmäggi,  $r = +46,24$ ,  $s = +0,39$ ; Raeküll,  $r = -8,89$ ,  $s = -0,04$ ; Ebbafer,  $r = -29,68$ ,  $s = +0,16$ .

Winkel: Halljall—Warresmäggi. Warresmäggi—Raeküll. Raek.—Ebbafer.

75° 7' 33,25	+3,07	87° 6' 45,48	—3,02	34° 17' 25,26	+0,56
27,41	—2,77	51,77	+3,27	25,91	+1,21
31,80	+1,62	46,67	—1,83	24,40	—0,30
30,63	+0,45	47,25	—1,25	24,19	—0,51
30,80	+0,62	49,26	+0,76	23,73	—0,97
28,52	—1,66	50,47	+1,97		
30,37	+0,19	48,40	—0,10		
28,70	—1,48	48,67	+0,17		

Mittel: 75 7 30,18

87 6 48,50

34 17 24,70

Anmerkung. Für die zwei ersten Winkel sind drei Ergänzungssätze hinzugefügt,

## WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

weil die 5 Sätze unter sich etwas stark abweichen. Die Mittel sind durch diese Ergänzungen wenig geändert, indem sie ohne dieselben:  $75^{\circ} 7' 30,78$  und  $87^{\circ} 6' 48,09$  um  $+ 0,66$  und  $-0,41$  verschieden ausgefallen wären.

## TAMMIK. 1823. (Tagebuch Seite 43.)

Marien,  $r = + 51,56$ ,  $s = 0,00$ ; Ebbafer,  $r = + 29,34$ ,  $s = + 0,13$ ; Raeküll,  $r = - 6,77$ ;  $s = + 0,20$ .

Winkel: Marien — Ebbafer.

Ebbafer — Raeküll.

$71^{\circ} 15' 5,73$	$+1,31$
4,47	$+0,05$
2,79	$-1,63$
4,04	$-0,38$
5,09	$+0,67$

$34^{\circ} 10' 0,16$	$-1,37$
3,01	$+1,48$
1,65	$+0,12$
3,21	$+1,68$
9 58,46	$-3,07$
10 3,06	$+1,53$
0,34	$-1,19$
2,39	$+0,86$

Mittel:  $71^{\circ} 15' 4,42$  $34^{\circ} 10' 1,53$ 

Anmerkung. Auch hier wurden für den zweiten Winkel drei Ergänzungssätze gemacht, ohne welche das Mittel  $34^{\circ} 10' 1,30$  um  $-0,23$  verschieden gewesen wäre.

## RAEKÜLL. 1823. (Tagebuch Seite 47.)

Tammik,  $r = -1,49$ ,  $s = + 0,12$ ; Ebbafer,  $r = -2,56$ ,  $s = + 0,59$ ; Lewala,  $r = + 1,53$ ,  $s = -0,17$ ; Warresmäggi,  $r = + 1,50$ ,  $s = + 0,44$ .

Winkel: Tammik—Ebbafer. Ebbafer—Lewala. Lewala—Warresmäggi.

$49^{\circ} 26' 29,41$	$+0,14$	$103^{\circ} 14' 57,88$	$-1,53$	$54^{\circ} 2' 21,83$	$+0,88$
28,65	$-0,62$	60,11	$+0,70$	22,32	$+1,37$
28,08	$-1,19$	59,10	$-0,31$	20,03	$-0,92$
28,22	$-1,05$	60,12	$+0,71$	21,62	$+0,67$
31,97	$+2,70$	59,86	$+0,45$	18,96	$-1,99$

Mittel:  $49^{\circ} 26' 29,27$  $103^{\circ} 14' 59,41$  $54^{\circ} 2' 20,95$

## ARROL. 1824. (Tagebuch Seite 52.)

Lenard,  $r = + 1' 53,08$ ,  $s = + 2,15$ ; Helmet,  $r = + 16,97$ ,  $t = 0,00$ ,  $a = -0,16$ ;  
 Annikatz,  $r = -1,11$ ,  $s = + 0,44$ ; Arrohof,  $r = -37,55$ ,  $s = + 0,99$ .

Winkel: Lenard — Helmet. Helmet — Annikatz. Annikatz — Arrohof.

90° 57' 14,21	+0,25	30° 4' 1,31	+0,04	79° 8' 2,39	+1,05
14,86	+0,90	3 58,49	-2,78	1,36	+0,02
14,48	+0,52	4 1,47	+0,20	0,76	-0,58
15,65	+1,69	2,45	+1,18	0,26	-1,08
14,83	+0,87	2,02	+0,75	3,26	+1,92
12,01	-1,95	3 59,47	-1,80	1,16	-0,18
11,30	-2,66	4 2,30	+1,03	(7 51,11)	
14,55	+0,59	2,20	+0,93	8 0,96	-0,38
13,75	-0,21	1,75	+0,48	0,61	-0,73

Mittel: 90 57 13,96

30 4 1,27

79 8 1,34

Anmerkung. Dies sind die ersten Beobachtungen, nachdem die freie Hemmung des Horizontalkreises angebracht war. Siehe Seite 6, 37 und 95. Ich beobachtete 9 Sätze, deren Anfangspuncte um 10° von einander ablagen, und stellte in jedem Satze die Objecte nur ein Mal ein, bis auf das erste, welches am Schluß jedes Satzes zur Controlle zum zweiten Male genommen wurde. Indefs geht hierbei wegen des häufigen Verstellens des Anfangspunctes zu viel Zeit verloren, auch wird die Zahl der Einstellungen für die übrigen Objecte zu gering. Überdies kann man etwaige Versehen nicht entdecken. Ein solches ist offenbar in Satz VII. für das Object Arrohof vorhanden, ohne bestimmt nachgewiesen werden zu können. Der dritte Winkel wird aus diesem Satze 10" zu klein, und höchst wahrscheinlich ist durch ein Gehörfehler 16" verschrieben worden. Ich habe es für geeigneter gehalten, für diesen Winkel die Beobachtung des Satzes VII. auszulassen, da eine Correction von + 10" doch problematisch ist, und ja auch ein unbemerkter Stofs eine Verstellung hat hervorbringen können. Dafs dieser Werth des Winkels ausgeschlossen ist, wird gewifs jeder billigen, der die Übereinstimmung der einzelnen Winkelbestimmungen vergleicht. Späterhin habe ich, um ähnlichem vorzubeugen, 6 Sätze gewählt und jedes Object wird im Satze mindestens 2 Mal beobachtet. Hier werden Versehen unmöglich.

## ARROHOF. 1824. (Tagebuch Seite 57.)

Arrol,  $r = -13,93$ ,  $s = + 0,28$ ; Annikatz,  $r = + 3,12$ ,  $s = + 0,67$ ; Holstfers-

hof,  $r = + 8,24$ ,  $s = + 0,30$ ; Oberpahlen,  $r = + 10,26$ ,  $t = + 32,29$ ,  $h = + 19,28$ ; Kersel,  $r = + 7,96$ ,  $s = + 0,09$ ; Dorpat,  $r = - 3,13$ ,  $s = + 0,10$ .

Wkl.: Arrol—Annikatz. Annik.—Holstfershof. Holstf.—Oberpahlen.

$60^{\circ} 56' 27,96$	$+2,65$	$25^{\circ} 4' 4,00$	$+0,54$	$58^{\circ} 6' 20,38$	$+0,32$
21,81	$-3,50$	4,40	$+0,94$	18,52	$-1,54$
23,69	$-1,62$	3,75	$+0,29$	18,88	$-1,18$
25,60	$+0,29$	3,17	$-0,29$	20,94	$+0,88$
24,79	$-0,52$	3,25	$-0,21$	20,03	$-0,03$
28,04	$+2,73$	2,20	$-1,26$	21,63	$+1,57$
Mittel: $60^{\circ} 56' 25,31$		$25^{\circ} 4' 3,46$		$58^{\circ} 6' 20,06$	

Winkel: Oberpahlen — Kersel.

Kersel — Dorpat.

$39^{\circ} 6' 22,46$	$+3,01$	$51^{\circ} 41' 50,22$	$-0,57$
20,18	$+0,73$	50,37	$-0,42$
18,35	$-1,10$	48,69	$-2,10$
18,45	$-1,00$	52,57	$+1,78$
17,80	$-1,65$	52,10	$+1,31$

Mittel:  $39^{\circ} 6' 19,45$

$51^{\circ} 41' 50,79$

Anmerkung. Kersel Signal war in Satz I. nicht zu sehen gewesen, daher fehlt dieser Satz in den beiden letzten Winkeln.

#### PALZMAR. 1824. (Tagebuch Seite 72.)

Mariomäggi,  $r = -10,31$ ;  $s = + 0,43$ ; Oppekaln,  $r = -34,84$ ,  $t = 0,00$ ,  $h = + 0,84$ ; Kortenhof,  $r = -47,07$ ,  $s = + 0,18$ ;  $h = + 2,09$ ; Ramkau,  $r = -16,82$ ,  $s = -0,42$ .

Wkl.: Mariomäggi—Oppekaln. Oppek.—Kortenhof. Kortenh.—Ramkau.

$46^{\circ} 20' 51,78$	$-3,19$	$42^{\circ} 47' 0,50$	$+1,11$	$66^{\circ} 52' 52,87$	$-0,37$
53,13	$-1,84$	46 59,06	$-0,33$	53,77	$+0,53$
55,08	$+0,11$	47 0,62	$+1,23$	53,96	$+0,72$
55,56	$+0,59$	46 59,70	$+0,31$	53,50	$+0,26$
57,39	$+2,42$	57,75	$-1,64$	53,50	$+0,26$
56,89	$+1,92$	58,70	$-0,69$	51,83	$-1,41$
Mittel: $46^{\circ} 20' 54,97$		$42^{\circ} 46' 59,39$		$66^{\circ} 52' 53,24$	

## RAMKAU SIGNAL. 1824. (Tagebuch Seite 77.)

Palzmar,  $r = -59''15$ ,  $s = -0''25$ ; Kortenhoß,  $r = +51''77$ ,  $s = +0''08$ ,  
 $h = +1''78$ ; Nessaulekalns,  $r = +1'42''53$ ,  $s = -0''14$ ; Elkakalns,  $r = -1'1''73$ ,  
 $s = -0''34$ .

Wkl.: Palzmar—Kortenhof. Kort.—Nessaulek. Nessaulek.—Elkak.

$65^{\circ} 38' 21''92$	$-1''02$	$103^{\circ} 23' 58''99$	$-0''87$	$78^{\circ} 49' 34''20$	$+1''34$
21,77	$-1,17$	61,52	$+1,66$	31,21	$-1,65$
24,37	$+1,43$	60,42	$+0,56$	32,24	$-0,62$
25,00	$+2,06$	58,64	$-1,22$	33,80	$+0,94$
23,63	$+0,71$	58,69	$-1,17$	33,16	$+0,30$
20,93	$-2,01$	60,88	$+1,02$	32,54	$-0,32$
Mittel: $65^{\circ} 38' 22,94$		$103^{\circ} 23' 59,86$		$78^{\circ} 49' 32,86$	

## NESSAULEKALNS SIGNAL. 1824. (Tagebuch Seite 82.)

Gaisakalns,  $r = -1'45''43$ ,  $s = +0''08$ ; Elkakalns,  $r = -28''33$ ,  $s = -0''55$ ;  
 Ramkau,  $r = +33''47$ ,  $s = +0''75$ ; Kortenhof,  $r = +34''24$ ,  $s = -0''01$ .

Wkl. Gaisakalns—Elkakalns. Elkakalns—Ramkau. Ramk.—Kortenhof.

$57^{\circ} 8' 34''55$	$+1''51$	$63^{\circ} 47' 32''47$	$-1''33$	$49^{\circ} 28' 46''41$	$-1''01$
32,54	$-0,50$	33,10	$-0,70$	45,78	$-1,64$
32,57	$-0,47$	35,95	$+2,15$	46,09	$-1,33$
29,66	$-3,38$	35,00	$+1,20$	46,93	$-0,49$
33,27	$+0,23$	34,27	$+0,47$	49,99	$+2,57$
35,64	$+2,60$	32,03	$-1,77$	49,31	$+1,89$
Mittel: $57^{\circ} 8' 33,04$		$63^{\circ} 47' 33,80$		$49^{\circ} 28' 47,42$	

## DABORSKALNS. 1824. (Tagebuch Seite 88.)

Sestukalns,  $r = + 1' 30,78$ ,  $s = + 0,65$ ; Gaisakalns,  $r = + 15,47$ ,  $s = -0,04$ ;  
 Kreutzburg Schlofsthurm,  $r = -4' 57,32$ ,  $a = -43,28$ ; Kreutzburg Kirchthurm,  
 $r = -5' 3,40$ ,  $t = 0,00$ .

Wkl. Sestukalns—Gaisak. Gaisak.—Kreutzb. Kreutzb. Schl.—Kircht.

33° 49' 47,43	+0,71	101° 11' 56,62	+0,23	
47,47	+0,75	57,12	+0,73	
45,22	-1,50	56,09	-0,30	
45,57	-1,15	54,52	-1,87	
47,15	+0,43	55,79	-0,60	
47,47	+0,75	58,22	+1,83	0° 8' 29,57
Mittel: 33 49 46,72		101 11 56,39		0 8 29,57

Anmerkung. Kreutzburg Kirchthurm gehört eigentlich nicht mit in die Dreiecke, er wird aber mit in Verbindung gesetzt.

## KREUTZBURG. 1824. (Tagebuch Seite 94.)

Daborskalns,  $r = + 1,11$ ,  $s = -1,32$ ; Gaisakalns,  $r = + 0,04$ ,  $s = -0,02$ ,  
 $h = + 4,30$ .

Winkel: Daborskalns — Gaisakalns.

60° 18' 42,88	-1,33
42,36	-1,85
44,59	+0,37
44,63	+0,42
46,77	+2,56
44,02	-0,19
Mittel: 60 18 44,21	

## GAISAKALNS. 1824. (Tagebuch Seite 99.)

Kreutzburg,  $r = + 3,87$ ,  $h = 0,00$ ; Daborskalns,  $r = -4,88$ ,  $s = + 0,08$ ;  
 Sestukalns,  $r = -45,96$ ,  $s = + 0,75$ ; Elkakalns,  $r = -27,52$ ,  $s = -0,70$ ; Ne-  
 saulekalns,  $r = + 35,72$ ,  $s = -0,13$ .



# WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

127

Winkel: Kreutzburg—DaborskaIns. DaborskaIns—SestukaIns.

18° 29' 17,93	—0,45	53° 11' 4,95	—1,71
19,58	+1,20	5,65	—1,01
16,83	—1,55	8,92	+2,26
14,98	—3,40	8,80	+2,14
20,65	+2,27	6,77	+0,11
20,33	+1,95	4,89	—1,77
Mittel: 18 29 18,38		53 11 6,66	

Winkel: SestukaIns—ElkakaIns. ElkakaIns—NessaulekaIns.

56° 19' 52,48	+0,52	96° 53' 38,36	+1,08
52,78	+0,82	34,56	—2,72
48,33	—3,63	39,39	+2,11
52,33	+0,37	38,46	+1,18
53,24	+1,28	36,26	—1,02
52,62	+0,66	36,66	—0,62
Mittel: 56 19 51,96		96 53 37,28	

## SESTUKALNS. 1824. (Tagebuch Seite 105.)

ElkakaIns,  $r = -48,35$ ,  $s = -0,62$ ; GaisakaIns,  $r = -1' 36,64$ ,  $s = -0,06$ ;  
DaborskaIns,  $r = +44,80$ ,  $s = +0,41$ .

Winkel: ElkakaIns—GaisakaIns. GaisakaIns—DaborskaIns.

86° 5' 16,32	+0,69	92° 59' 8,33	+0,07
16,25	+0,62	7,18	—1,08
16,60	+0,97	7,74	—0,52
15,87	+0,24	8,46	+0,20
14,95	—0,68	9,18	+0,92
13,77	—1,86	8,68	+0,42
Mittel: 86 5 15,63		92 59 8,26	

## ELKAKALNS. 1824. (Tagebuch Seite 109.)

Ramkau,  $r = +22,40$ ,  $s = -0,52$ ,  $h = +1,03$ ; NessaulekaIns,  $r = +16,15$ ,  
 $s = -0,14$ ; GaisakaIns,  $r = +10,65$ ,  $s = -0,01$ ; SestukaIns,  $r = -5,77$ ,  $s = -0,68$ .

## WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

Wkl.: Ramkau—Nessaulek. Nessaulek.—Gaisakalns. Gaisak.—Sestuk.

$37^{\circ} 22' 57,96$	$+2,37$	$25^{\circ} 57' 51,50$	$+0,16$	$37^{\circ} 34' 53,86$	$-0,47$
56,46	$+0,87$	50,48	$-0,86$	54,34	$+0,01$
53,05	$-2,54$	50,78	$-0,56$	55,76	$+1,43$
53,46	$-2,13$	52,38	$+1,04$	53,83	$-0,50$
55,18	$-0,41$	53,78	$+2,44$	53,96	$-0,37$
57,43	$+1,84$	49,15	$-2,19$	54,26	$-0,07$
Mittel: $37^{\circ} 22' 55,59$		$25^{\circ} 57' 51,34$		$37^{\circ} 34' 54,33$	

## KORTENHOF. 1824. (Tagebuch Seite 113.)

Nessaulekalns  $r = + 12,63$ ,  $s = + 0,02$ ,  $h = 0,00$ ; Ramkau,  $r = + 21,66$ ,  
 $s = + 0,44$ ; Palzmar,  $r = + 19,87$ ,  $s = -0,39$ ; Oppekain,  $r = -7,81$ ,  $h = + 1,79$ .

Wkl.: Nessaulekalns—Ramkau. Ramk.—Palzmar. Palzmar—Oppekain.

$27^{\circ} 7' 12,62$	$-1,04$	$47^{\circ} 28' 46,33$	$-0,70$	$75^{\circ} 13' 15,25$	$-2,21$
13,40	$-0,26$	47,36	$+0,33$	18,88	$+1,42$
13,20	$-0,46$	47,38	$+0,35$	17,70	$+0,24$
13,30	$-0,36$	48,35	$+1,32$	16,58	$-0,88$
17,24	$+3,58$	45,33	$-1,70$	20,02	$+2,56$
12,22	$-1,44$	47,43	$+0,40$	16,31	$-1,15$
Mittel: $27^{\circ} 7' 13,66$		$47^{\circ} 28' 47,03$		$75^{\circ} 13' 17,46$	

## OPPEKALN. 1824. (Tagebuch Seite 118.)

Kortenhof,  $r = + 1^{\circ} 10,17$ ,  $s = + 0,13$ ; Palzmar,  $r = + 1^{\circ} 39,81$ ,  $h = 0,00$ ;  
 Mariomaggi,  $r = + 1^{\circ} 53,15$ ,  $s = -0,68$ ; Lenard,  $r = + 23,99$ ,  $h = 0,00$ .

# WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

129

Wkl.: Kortenhof—Palzmar. Palzm.—Mariomäggi. Mariom.—Lenard.

61° 59' 46,53	—0,98	31° 22' 56,97	—0,93	38° 6' 36,79	+1,95
47,65	+0,14	59,31	+1,41	32,97	—1,87
48,14	+0,63	58,18	+0,28	33,77	—1,07
48,55	+1,04	57,18	—0,72	33,40	—1,44
47,26	—0,25	57,78	—0,12	37,75	+2,91
46,94	—0,57	57,99	+0,09	37,81	+2,97
				34,27	—0,57
				33,02	—1,82
				33,24	—1,60
				35,42	+0,58

Mittel: 61 59 47,51

31 22 57,90

38 6 34,84

Anmerkung. Für den letzten Winkel waren vier Ergänzungssätze gemacht.

## MARIOMÄGGL. 1824. (Tagebuch Seite 124.)

Hummelshof,  $r = + 9,95$ ,  $s = + 0,43$ ; Lenard,  $r = + 20,29$ ,  $h = 0,00$ ,  $s = -0,20$ ; Oppekaln,  $r = + 5,12$ ,  $h = + 1,14$ ,  $t = 0,00$ , Palzmar,  $r = -39,76$ ,  $s = + 0,08$ ,  $a = + 0,08$ .

Wkl.: Hummelshof—Lenard. Lenard—Oppekaln. Oppekaln—Palzmar.

37° 2' 44,31	+0,60	111° 4' 45,85	—1,39	102° 16' 12,00	+1,90
43,63	—0,08	47,88	+0,64	10,03	—0,07
42,11	—1,60	49,39	+2,15	8,64	—1,46
44,50	+0,79	48,95	+1,71	9,26	—0,84
44,46	+0,75	46,76	—0,48	11,42	+1,32
43,26	—0,45	44,63	—2,61	9,28	—0,82
Mittel: 36 2 43,71		111 4 47,24		102 16 10,10	

## LENARD. 1824. (Tagebuch Seite 129.)

Oppekaln,  $r = + 19,92$ ,  $t = 0,00$ ,  $h = -0,43$ ; Mariomäggi,  $r = + 30,23$ ,  $s = 0,00$ ; Hummelshof,  $r = + 9,57$ ,  $s = + 0,27$ ; Helmet,  $r = -15,60$ ,  $t = 0,00$ ,  $a = -0,94$ ; Arrol,  $r = -2 38,13$ ,  $s = -1,27$ .

## WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

Winkel: Oppekaln—Mariomäggi. Mariomäggi—Hummelshof.

30 48' 41,93	+2,13	64° 27' 2,44	—0,24
38,59	—1,21	2,03	—0,65
40,89	+1,09	3,21	+0,53
38,31	—1,49	2,76	+0,08
40,24	+0,44	2,81	+0,13
38,87	—0,93	2,81	+0,13
Mittel: 30 48 39,80		64 27 2,68	

Winkel: Hummelshof — Helmet. Helmet — Arrol.

31° 51' 12,56	—0,25	73° 21' 13,68	—1,51
14,57	+1,76	14,59	—0,60
13,32	+0,51	13,94	—1,25
11,36	—1,45	17,91	+2,72
11,02	—1,79	16,22	+1,03
14,06	+1,25	14,83	—0,36
Mittel: 31 51 12,81		73 21 15,19	

## DORPAT. 1825. (Tagebuch Seite 134.)

Arrohof,  $r = -0,18$ ,  $s = -0,43$ ; Kersel,  $r = -0,44$ ,  $s = +0,16$ .

Winkel: Arrohof — Kersel.

95° 58' 24,43	—1,91
24,68	—1,66
27,20	+0,86
27,90	+1,56
27,28	+0,94
26,56	+0,22
Mittel: 95 58 26,34	

Anmerkung. Die einzelnen Sätze lassen in den Minuten eine Unsicherheit zurück, da sie 96 3', 95 58', 95 58', 96 13', 96 28', 96 28' geben, und wenn 95 58' das richtige ist, Fehler von 5', 15', 30' und 30' darbieten. Die andern Winkel des Dreiecks fordern 95 58'. Dasselbe giebt ein Satz dieses Winkels, der 1824 am 31. Mai beobachtet war, aber nicht ins Tagebuch aufgenommen ist, weil das Instrument nicht centrirt worden war; daß es nicht über ein Paar Zoll vom Centro stand, ist gewiß. Dieser

Satz giebt für Arrohof bei K.R.  $180^{\circ} 45' 45''$ , bei K.L.  $359^{\circ} 58' 28''$ ; für Kersel bei K.R.  $275^{\circ} 59' 14''$ , bei K.L.  $95^{\circ} 56' 56''$ , und hieraus den unreducirten Winkel =  $95^{\circ} 58' 28''$  und  $27''$  im Mittel  $95^{\circ} 58' 27''$ , ohne Reductionen, deren Betrag für beide s zusammen =  $+ 0''$ , aber für r unbekannt ist.

## JACOBSTADT. 1826. (Tagebuch Seite 186.)

Daborskalns,  $r = 0''$ ,  $s = -1''$ ; Kreutzburg,  $r = 0''$ ,  $a = 0''$ .

Winkel: Daborskaln — Kreutzburg.

$53^{\circ} 53' 25''$	$+0''$
23,26	$-1,21$
24,76	$+0,29$

Mittel:  $53^{\circ} 53' 24,47''$

## DABORSKALNS. 1826. (Tagebuch Seite 189.)

Sestukalns,  $r = +28''$ ,  $s = +0''$ ; Jacobstadt,  $r = -1^{\circ} 9''$ ,  $h = 0''$ .

Winkel: Sestukalns — Jacobstadt.

$138^{\circ} 57' 43''$	$-1''$
46,40	$+0,92$
46,90	$+1,42$
44,39	$-1,09$
46,52	$+1,04$
44,77	$-0,71$

Mittel:  $138^{\circ} 57' 45,48''$

## MÄGGI - PÄLÜS. 1826.

Hohenkreutz,  $r = -19''$ ,  $h = -0''$ ; Maholm Kirchthurm,  $r = -20''$ ,  $s = 0''$ ; Halljall,  $r = -20''$ ,  $h = -7''$ ; Wachthaus Absehen,  $r = +x$ ,  $a = 0''$ .

Wkl.: Hohenk.—Halljall. Maholm—Halljall. Halljall—Wachth. Abs.

$16^{\circ} 20' 17''$	$+0''$	$16^{\circ} 19' 19''$	$+0''$	$126^{\circ} 47' 8''$	$+x$	$-2,40$
16,50	$-0,08$	19,07	$+0,04$	12,67	$+x$	$+1,48$
16,24	$-0,34$	18,83	$-0,20$	11,67	$+x$	$+0,48$
18,49	$+1,91$			10,92	$+x$	$-0,27$
15,12	$-1,46$			11,17	$+x$	$-0,02$
15,75	$-0,83$			11,92	$+x$	$+0,73$

Mittel:  $16^{\circ} 20' 16,58''$

$16^{\circ} 19' 19,03''$

$126^{\circ} 47' 11,19'' + x$

Anmerkung. Maholm ist nur in drei Sätzen beobachtet, es ist auch nur ein Ne-

## WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

benpunct. Der Winkel Halljall — Wachthaus Absehen, bedarf noch der Reduction aufs Centrum  $\pm x$  im Bezug auf die Linie nach dem Absehen. Diese ist nicht ermittelt, weil sie nicht gebraucht wird, indem nicht dieser Winkel, sondern seine Differenz von einem andern, der ebenfalls mit  $\pm x$  zu verbessern ist, in Anwendung kommt.

## HALLJALL. 1827 Mai.

Maholm,  $r = + 19,22$ ,  $t = 0,00$ ; Hohenkreutz,  $r = + 16,85$ ,  $s = + 0,13$ ;  
Warresmäggi,  $r = -0,53$ ,  $s = -0,09$ ; Lewala,  $r = -27,06$ ,  $s = +0,04$ .

Wkl. Maholm—Hohenk. Hohenk.—Warresmäggi. Warresm.—Lewala.

$7^{\circ} 16' 41,26$	$+0,77$	$35^{\circ} 55' 4,65$	$-0,34$	$47^{\circ} 4' 17,48$	$-1,14$
39,31	$-1,18$	6,23	$+1,24$	19,47	$+0,85$
40,26	$-0,23$	5,52	$+0,53$	18,60	$-0,02$
39,01	$-1,48$	6,65	$+1,66$	18,73	$+0,11$
41,82	$+1,33$	2,27	$-2,72$	20,33	$+1,71$
41,26	$+0,77$	4,65	$-0,34$	17,10	$-1,52$
Mittel: 7 16 40,49		35 55 4,99		47 4 18,62	

## HOLSTFERSHOF. 1827.

Oberpahlen,  $r = + 11,22$ ,  $h = + 37,68$ ,  $t = -1 48,18$ ; Arrohof,  $r = + 12,56$ ,  
 $s = -0,11$ ; Annikatz,  $r = -16,39$ ,  $s = +0,86$ .

Winkel: Oberpahlen—Arrohof. Arrohof—Annikatz.

$72^{\circ} 26' 18,42$	$-0,49$	$81^{\circ} 39' 28,29$	$+0,67$
20,71	$+1,80$	27,77	$+0,15$
20,32	$+1,41$	27,02	$-0,60$
18,67	$-0,24$	27,07	$-0,55$
16,95	$-1,96$	28,74	$+1,12$
18,38	$-0,53$	26,86	$-0,76$
Mittel: 72 26 18,91		81 39 27,62	

## ANNIKATZ. 1827.

Holstfershof,  $r = + 45,17$ ,  $s = -0,38$ ; Arrohof,  $r = + 14,35$ ,  $s = + 0,18$ ;  
 Arrol,  $r = + 0,91$ ,  $s = + 0,28$ ; Helmet,  $r = -34,16$ ,  $t = 0,00$ .

Wkl. Holstfershof—Arrohof.		Arrohof—Arrol.		Arrol—Helmet.	
73° 16' 30,65	-0,92	39° 55' 38,74	+3,00	48° 39' 58,53	-2,48
30,69	-0,88	34,79	-0,95	59,65	-1,36
30,24	-1,33	36,28	+0,54	60,70	-0,31
32,87	+1,30	32,66	-3,08	64,40	+3,39
34,66	+3,09	34,86	-0,88	61,78	+0,77
30,33	-1,24	37,11	+1,37	61,03	+0,02
Mittel: 73 16 31,57		39 55 35,74		48 40 1,01	

## HELMET. 1827.

Annikatz,  $r = + 8,90$ ,  $s = -0,37$ ; Arrol,  $r = + 2,51$ ,  $s = + 0,21$ ; Lenard,  
 $r = + 0,62$ ,  $s = + 1,75$ ; Hummelshof,  $r = -9,70$ ,  $s = -0,99$ .

Wkl. Annikatz—Arrol.		Arrol—Lenard.		Lenard—Hummelsh.	
101° 15' 57,94	-0,80	15° 41' 28,48	-1,80	55° 2' 9,61	+1,16
57,06	-1,68	30,65	+0,37	8,94	+0,49
58,81	+0,07	30,65	+0,37	8,65	+0,20
59,77	+1,03	28,57	-1,71	8,52	+0,07
58,82	+0,08	31,27	+0,99	7,99	-0,46
60,02	+1,28	32,07	+1,79	7,02	-1,43
Mittel: 101 15 58,74		15 41 30,28		55 2 8,45	

## HUMMELSHOF. 1827.

Helmet,  $r = -1 23,40$ ,  $s = 0,00$ ; Lenard,  $r = + 5,69$ ,  $s = + 1,75$ ; Mariomaggi,  
 $r = + 34,97$ ,  $s = + 0,28$ .

Winkel: Helmet—Lenard. Lenard—Mariomaggi.

93° 6' 40,34	+0,18	79° 30' 16,31	-0,48
40,71	+0,55	17,81	+1,02
40,96	+0,80	15,19	-1,60
38,09	-2,07	18,81	+2,02
40,38	+0,22	16,44	-0,35
40,46	+0,30	16,19	-0,60
Mittel: 93 6 40,16		79 30 16,79	



## HOHENKREUTZ. 1827.

Warresmäggi,  $r = + 9' 3''69$ ,  $s = -0''64$ ; Halljall,  $r = + 2' 39''99$ ,  $t = 0''00$ ;  
 Mäggi - Pälüs,  $r = -1' 35''14$ ,  $h = 0''00$ ,  $s = -12''80$ ; Maholm Kirchthurm,  
 $r = -38' 42''44$ ,  $t = 0''00$ .

Wkl.: Warresm.—Halljall. Halljall—Mäggi Pälüs. Halljall—Maholm.

$64^{\circ} 56' 22''94$	$-1''73$	$99^{\circ} 3' 42''46$	$+0''72$	
23,94	$-0,73$	41,84	$+0,10$	
24,86	$+0,19$	42,34	$+0,60$	$98^{\circ} 40' 50''45$ $+0''30$
25,02	$+0,35$	40,65	$-1,09$	50,94 $+0,79$
25,32	$+0,65$	41,85	$+0,11$	
25,94	$+1,27$	41,31	$-0,43$	49,07 $-1,08$
Mittel: 64 56 24,67		99 3 41,74		98 40 50,15

Anmerkung. Der Nebenpunct Maholm ist nur in drei Sätzen beobachtet; bei der kleinen Entfernung von Hohenkreutz nach Maholm ist dies mehr als hinreichend. Der Winkel zwischen Halljall und Mäggi - Pälüs ist in jedem Satze dreifach, im vierten sogar vierfach. Wenn man die Beobachtungen des Signals für sich bearbeitet, so geben sie den Winkel  $99^{\circ} 3' 42''05$ , die des Heliotrops für sich betrachtet geben  $99^{\circ} 3' 41''64$ , nur  $0''41$  von einander verschieden.

## HALLJALL. 1827. October.

Mäggi - Pälüs,  $r = + 8''16$ ;  $h = 0''00$ ; Hohenkreutz,  $r = + 18''25$ ,  
 $s = + 0''13$ .

Winkel: Mäggi - Pälüs — Hohenkreutz.

$64^{\circ} 36' 4''92$	$+0''79$
3,34	$-0,79$
Mittel: 64 36 4,13	

Anmerkung. Trotz wochenlangem warten gelang es nur diesen Winkel in zwei Sätzen zu beobachten. Siehe das Tagebuch.

## EBBAFER. 1827.

Woibifer,  $r = + 20''39$ ,  $a = -1' 21''52$ ; Rakke,  $r = + 48''38$ ,  $s = 0''00$ .

Winkel: Woibifer — Rakke.

$43^{\circ} 34' 49''26$	$+1''19$
46,88	$-1,19$
46,38	$-1,69$
49,88	$+1,81$
47,51	$-0,56$
48,51	$+0,44$
Mittel: $43^{\circ} 34' 48,07$	

## KATKO. 1827.

Tammik,  $r = -0''04$ ,  $s = + 0''44$ ; Woibifer,  $r = 0''00$ ,  $a = -9''89$ ; Basismitte,  $r = 0''00$ ,  $s = -2' 51''74$ .

Winkel: Tammik — Woibifer. Tammik — Basismitte.

$69^{\circ} 1' 39''50$	$-0''82$	$69^{\circ} 1' 25''63$	$-1''65$
37,38	$-2,94$	26,48	$-0,80$
40,04	$-0,28$	28,06	$+0,78$
41,54	$+1,22$	26,94	$-0,34$
42,71	$+2,39$	28,98	$+1,70$
40,77	$+0,45$	27,61	$+0,33$
Mittel: $69^{\circ} 1' 40,32$		$69^{\circ} 1' 27,28$	

## WOIBIFER. 1827.

Katko,  $r = + 1' 26''43$ ,  $a = -3''58$ ; Basismitte,  $r = + 2' 41''17$ ,  $a = + 2' 28''70$ ; Tammik,  $r = + 31''39$ ,  $s = -0''49$ ; Rakke,  $r = + 4''64$ ,  $s = 0''00$ ; Ebbafer,  $r = -49''02$ ,  $s = + 0''50$ .

## WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

Winkel: Katko—Tammik.

Basismitte—Tammik.

76 8 10,09	+1,58	76 7 57,03	+1,46
8,80	+0,29	54,03	-1,54
8,67	+0,16	56,15	+0,58
7,55	-0,96	56,53	+0,96
8,80	+0,29	55,16	-0,41
7,17	-1,34	54,53	-1,04
Mittel: 76 8 8,51		76 7 55,57	

Winkel: Tammik—Rakke.

Rakke—Ebbifer.

27 29 29,87	-0,05	100 31 0,96	+0,31
30,24	+0,32	0,89	+0,24
28,37	-1,55	1,59	+0,94
30,49	+0,57	0,21	-0,44
29,82	-0,10	0,09	-0,56
30,74	+0,82	0,14	-0,51
Mittel: 27 29 29,92		100 31 0,65	

## TAMMIK. 1827.

Rakke,  $r = + 2' 25,10$ ,  $s = 0,00$ ; Woibifer,  $r = + 13,30$ ,  $a = -27,27$ ; Basismitte,  $r = -21,73$ ,  $a = + 15,21$ ; Katko,  $r = -46,25$ ,  $a = + 6,93$ .

Winkel: Rakke—Woibifer.

Woibifer—Katko.

107 23 51,13	+1,75	34 50 9,90	-0,85
50,06	+0,68	9,57	-1,18
49,01	-0,37	9,52	-1,23
48,30	-1,08	11,28	+0,53
48,51	-0,87	12,40	+1,65
49,30	-0,08	11,86	+1,11
Mittel: 107 23 49,38		34 50 10,75	

# WINKEL AUF DEN HAUPTDREIECKSPUNCTEN.

137

Winkel: Woibifer—Basismitte.		Basismitte—Katko.	
19° 4' 52,33	+0,33	15° 45' 17,57	—1,18
51,45	—0,56	18,12	—0,65
51,20	—0,81	18,32	—0,43
50,83	—1,18	20,45	+1,70
53,32	+1,31	19,08	+0,33
52,91	+0,99	18,95	+0,20
Mittel: 19 4 52,01		15 45 18,75	

---

RAKKE. 1827.			
Ebbafer, $r = + 22,85$ , $s = - 0,04$ ; Woibifer, $r = + 18,97$ , $a = - 8,23$ ; Tammik, $r = - 15,32$ , $s = - 1,98$ .			
Winkel: Ebbafer—Woibifer.		Woibifer—Tammik.	
35° 54' 11,06	—0,93	45° 6' 41,58	—0,57
10,18	—1,81	43,46	+1,31
11,68	—0,31	41,71	—0,44
12,68	+0,69	43,71	+1,56
13,81	+1,82	41,71	—0,44
12,56	+0,57	40,71	—1,44
Mittel: 35 54 11,99		45 6 42,15	

Die in obiger Zusammenstellung für jeden Winkel angegebenen Abweichungen der einzelnen Sätze vom Mittel gewähren die Möglichkeit, die Genauigkeit der Winkelmessung zu prüfen. Hier muß man die Winkel des Jahres 1823 von den späteren trennen, weil sie auf einer andern Beobachtungsmethode mit dem noch unveränderten Instrumente beruhen. Aus den 147 Sätzen, die zur Bestimmung von 28 Winkeln in diesem Jahre beobachtet sind, findet sich die Summe der Quadrate der Abweichungen 236,46. Folglich mittleres Quadrat  $236,46 : 119 = 1,988$ ; m. F. eines Satzes = 1,410; w. F. eines Satzes = 0,951. Da nun in der Regel jeder Winkel aus 5 Sätzen ermittelt ist, so folgt der w. F. eines im Jahre 1823 beobachteten Winkels =  $0,951 : \sqrt{5} = 0,425$ .

Vom Jahre 1824 an war das Instrument mit freier Hemmung versehen, und die Beobachtungsmethode ward jetzt vereinfacht. Die seit dieser Zeit für die Be-

stimmung von 76 Winkeln beobachteten 460 Sätze geben für die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel 754,94, und folglich das mittlere Quadrat  $754,94 : 384 = 1,966$ ; m. F. eines Satzes = 1,402 und w. F. eines Satzes = 0,946. Da nun jeder Winkel in der Regel auf 6 Sätzen beruht: so ist für jeden seit dem Anfange 1824 bestimmten Winkel der w. F. = 0,384. Es ist interessant, daß die w. F. eines Satzes 1823 und später ganz gleich = 0,951 und 0,946 gefunden sind, während 1823 in jedem Satze in der Regel 4 Einstellungen und späterhin nur 2 Einstellungen nach jedem Gegenstande gemacht sind. Dies beweist, daß die von mir vorgenommene Veränderung des Instruments, durch welche die Biegung der Speichen aufhörte, die Sicherheit der einzelnen Einstellungen bedeutend vermehrte, indem mit dem veränderten Instrumente eine einzelne Einstellung eine eben so große Sicherheit gewährt hat, als das Mittel aus zweien mit dem unveränderten. Gewiß aber ist es erfreulich, daß an einem Instrumente von dreizehn Zoll Durchmesser der Theilung eine einfache Messung des Winkels zwischen zwei Objecten, wenn nach jedem zweimal eingestellt ist, einen w. F. von 0,946, also kleiner als 1" giebt, in welchem der etwaige Theilungsfehler mit eingeschlossen ist.

Die oben gefundenen w. F. der Winkel 0,425 im Jahre 1823 und später 0,384 sind entschieden noch etwas zu groß, indem sie voraussetzen, daß die Unterschiede vom Mittel einzig von zufälligen Ursachen herrühren, während sie zum Theil aus den einem Gesetze folgenden Theilungsfehlern hervorgehen müssen, dann aber im Mittel sich selbst zerstören. Indefs ist es unmöglich, den Einfluß dieser beiden Fehlerquellen von einander zu trennen, ohne die Fehler der Theilungen direct bestimmt zu haben.

#### BERECHNUNG DER HAUPTDREIECKE.

Die Berechnung der Dreieckseiten aus der Basis und den Winkeln wurde nach dem Satze von Le Gendre geführt, und hieraus nach Bessels in den astr. Nachr. angegebenen Methode, unter Anwendung desselben Satzes und des Azimuts der ersten Seite, für jeden Punct seine Polarcoordinate von Dorpat gefunden. Diese Rechnung wurde von mir mit 7 Decimalstellen, von Herrn von Fufs, der jetzt als Astronom mit der Mission nach China gegangen ist, mit 8, von Herrn Candidaten Kotelnikow mit 10 Decimalen geführt. Zur Berechnung des sphärischen Excesses der einzelnen Dreiecke wandte ich die Formel an:

$$\log e = \log a + \log b + \log \sin C + m$$

Die Constante  $m$  ist  $= 1,98332-10$  und gilt für Dreiecke auf der Oberfläche einer Kugel, die mit dem mittleren Krümmungshalbmesser  $R'$  des Meridians zwischen Hochland und Jacobstadt beschrieben sind. Es ist nämlich nach Walbeck:

zwischen  $56^{\circ} 30'$  und  $58^{\circ} 23'$ ,  $\log R' = 6,5149759$  und  $m = 1,98344$ ;

— —  $58^{\circ} 23' - 60^{\circ} 5'$ ,  $\log R' = 6,5150959$  und  $m = 1,98320$ ;

Mittel:  $m = 1,98332$ .

Richtiger wäre es eigentlich gewesen, den sphärischen Excefs mit dem allgemeinen mittleren Krümmungshalbmesser des Sphäroids in der mittleren Polhöhe zu berechnen. Bekanntlich ist die allgemeine Formel des Krümmungshalbmessers:

$$R = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 + e^2 \cos \varphi^2 \cos \alpha^2) \sqrt{1-e^2 \sin \varphi^2}},$$

wo  $a$  die halbe grofse Achse,  $e$  die Excentricität,  $\varphi$  die Polhöhe und  $\alpha$  das Azimut. Hieraus folgt bei  $\alpha = 0$  und  $180$  für den Meridian.

$$R' = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin \varphi^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Setzt man aber  $\cos \alpha^2 = \frac{1}{2}$ , so erhält man den mittleren Krümmungshalbmesser:

$$M = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 + \frac{1}{2} e^2 \cos \varphi^2) \sqrt{1-e^2 \sin \varphi^2}},$$

$$\frac{M}{R'} = \frac{1-e^2 \sin \varphi^2}{1-e^2 + \frac{1}{2} e^2 \cos \varphi^2} = 1 + \frac{1}{2} e^2 \cos \varphi^2 + \dots$$

Für eine Applattung  $= \frac{1}{300}$  und für  $\varphi = 58^{\circ} 18'$  ist also sehr nahe  $M = (1 + \frac{1}{3000}) R'$ , und der mit  $M$  berechnete sphärische Excefs um  $\frac{1}{41}$  kleiner als der mit  $R'$  gefundene. Da aber der grösste Excefs nur  $4,35$  im Dreiecke 9 beträgt, so ist der grösste Unterschied auch hier nur  $0,008$ .

Der Berechnung liegt die definitive auf den Meereshorizont reducirte

Länge der Basis  $= 2315,13384$  Pariser Toisen;  $\log. = 3,3645761030$

zum Grunde, wie sie in der Darstellung ihrer Messung im Tagebuche angegeben ist. Die nachfolgende Zusammenstellung ist durch die Überschriften verständlich. Die Dreiecke 4 bis 9 gehen von der ersten Hauptdreieckseite von Tammik bis Ebbafer nach Norden bis Mäggi - Pälus auf Hochland, die andern 10 bis 33 von derselben nach Süden bis Jacobstadt Endpunct. Ausserdem geben die Dreiecke 34 und 35 eine gedoppelte Bestimmung von Maholm Kirchthurm, und 36 und 37 eine ebenfalls gedoppelte von Kreutzburg Kirchthurm. In jedem dieser 4 Dreiecke ist der dritte Winkel am zu bestimmenden Gegenstande nicht mit gemessen. Maholm sollte in Verbindung gesetzt werden, weil sich durch die Seite von

Mäggi - Pälüs bis Maholm, die im Plane der trigonometrischen Operationen unter Leitung des Generals von Schubert über den Finnischen Meerbusen liegt, mit dieser Messung eine Verbindung anknüpft. Der Kirchthurm von Kreutzbürg sollte bestimmt werden, um auch im Süden einen zweiten festen Anhaltspunct zu haben.

Dreiecke an der Grundlinie. Taf. I., Fig. B.

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
1	Katko	69 1 40,32	40,4873	40,46	l. WT = 3,5779945238
	Woibifer	76 8 8,51	8,6773	8,65	l. KT = 3,5949209988
	Tammik	34 50 10,75	10,9173	10,89	WT = 3784,37813
	Summe	179 59 59,58 Corr. = +0,50	0,0818		KT = 3934,78492
2	Woibifer	27 29 29,92	29,4385	29,43 $\frac{2}{3}$	l. TR = 3,3919474091
	Tammik	107 23 49,38	48,8985	48,89 $\frac{2}{3}$	l. WR = 3,7073305418
	Rakke	45 6 42,15	41,6685	41,66 $\frac{2}{3}$	TR = 2465,74073
	Summe	180 0 1,45 Corr. = -1,36	0,0856		WR = 5097,18671
3	Woibifer	100 31 0,65	0,4830	0,41 $\frac{1}{3}$	l. RE = 3,8615231271
	Rakke	35 54 11,99	11,8230	11,75 $\frac{1}{3}$	l. WE = 3,6370882709
	Ebbafer	43 34 48,07	47,9030	47,83 $\frac{1}{3}$	RE = 7269,81112
	Summe	180 0 0,71 Corr. = -0,50	0,2090		WE = 4335,98999

Die Hauptdreieckseite Tammik bis Ebbafer ist die Diagonale des von den beiden Dreiecken 2 und 3 gebildeten sphärischen Vierecks; in dem einen auf dieser Diagonale ruhenden Dreieck mit Woibifer ist der Excess 0,1242, im andern mit Rakke ist er 0,1704. Mit Anwendung desselben findet man in jedem dieser Dreiecke aus zwei Seiten und dem eingeschlossnen Winkel die dritte Seite übereinstimmend:

Tammik bis Ebbafer = 7302,79991 Toisen, Log. = 3,8634894014.



## HAUPTDREIECKE.

141

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
4	Tammik	34° 10' 1",53	1",6790	1",55 $\frac{2}{3}$	l. ER = 3,7322567348
	Ebbafer	96 23 29,13	29,2790	29,15 $\frac{2}{3}$	l. TR = 3,9801154418
	Raeküll	49 26 29,27	29,4190	29,29 $\frac{2}{3}$	ER = 5398,29650
	Summe	179 59 59,93 Corr. = +0,45	0,3769		TR = 9552,46471
5	Ebbafer	42 27 35,76	35,9123	35,80 $\frac{2}{3}$	l. RL = 3,8108033640
	Raeküll	103 14 59,41	59,5623	59,45 $\frac{2}{3}$	l. EL = 3,9697339408
	Lewala	34 17 24,70	24,8523	24,74 $\frac{2}{3}$	RL = 6468,49675
	Summe	179 59 59,87 Corr. = +0,46	0,3270		EL = 9326,82742
6	Raeküll	54 2 20,95	21,0229	20,85	l. LW = 3,9215365162
	Lewala	87 6 48,50	48,5729	48,40	l. RW = 4,0128121790
	Warresmäggi	38 50 50,85	50,9229	50,75	LW = 8347,11729
	Summe	180 0 0,30 Corr. = +0,22	0,5188		RW = 10299,40603
7	Lewala	75 7 30,18	30,0262	29,77 $\frac{2}{3}$	l. WH = 4,0420991203
	Warresmäggi	57 48 12,41	12,2562	12,00 $\frac{2}{3}$	l. LH = 3,9843881304
	Halljall	47 4 18,62	18,4662	18,21 $\frac{2}{3}$	WH = 11017,90746
	Summe	180 0 1,21 Corr. = -0,46	0,7487		LH = 9646,90786
8	Warresmäggi	79 8 31,23	31,1809	30,93 $\frac{2}{3}$	l. HH' = 4,0771897095
	Halljall	35 55 4,99	4,9409	4,69 $\frac{1}{3}$	l. WH' = 3,8533970007
	Hohenkreutz	64 56 24,67	24,6209	24,37 $\frac{1}{3}$	HH' = 11945,09779
	Summe	180 0 0,89 Corr. = -0,15	0,7428		WH' = 7135,04967

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
9	Hohenkreutz	99° 3' 41,74	42,3744	40,92 $\frac{1}{2}$	l. HM = 4,6225684613
	Halljall	64 36 4,13	4,7644	3,31 $\frac{1}{2}$	l. H'M = 4,5838747540
	Mäggi-Pälüs	16 20 16,58	17,2144	15,76 $\frac{1}{2}$	HM = 4,1934,20957
	Summe	180 0 2,45	4,3532		H'M = 38359,66043
		Corr. = +1,90			
Anmerkung. Der Winkel in Halljall ist unvollständig nur in 2 Sätzen beobachtet. Siehe Seite 134.					
10	Tammik	71 15 4,42	4,3117	4,10 $\frac{2}{3}$	l. EM = 3,9897339259
	Ebbafer	63 40 14,97	14,8617	14,65 $\frac{2}{3}$	l. TM = 3,9658470847
	Marien	45 4 41,55	41,4417	41,23 $\frac{2}{3}$	EM = 9766,38692
	Summe	180 0 0,94	0,6150		TM = 9243,72645
		Corr. = -0,33			
11	Ebbafer	60 37 26,26	26,0574	25,77	l. MS = 4,0113251032
	Marien	63 21 51,71	51,5074	51,22	l. ES = 4,0223751953
	Sall	56 0 43,50	43,2974	43,01	MS = 10264,19995
	Summe	180 0 1,47	0,8621		ES = 10528,71077
		Corr. = -0,61			
12	Marien	87 37 8,74	8,5681	7,98 $\frac{1}{2}$	l. SO = 4,3044338897
	Sall	61 47 59,33	59,1581	58,57 $\frac{1}{2}$	l. MO = 4,2499328913
	Oberpahlen	30 34 54,20	54,0281	53,44 $\frac{1}{2}$	SO = 20157,37103
	Summe	180 0 2,27	1,7542		MO = 17780,04645
		Corr. = -0,52			
13	Sall	49 57 1,93	1,9413	1,13 $\frac{1}{2}$	l. OK = 4,1984249862
	Oberpahlen	52 19 50,43	50,4413	49,63 $\frac{1}{2}$	l. SK = 4,2129648167
	Kersel	77 43 10,03	10,0413	9,23 $\frac{1}{2}$	OK = 15791,55824
	Summe	180 0 2,39	2,4240		SK = 16329,19656
		Corr. = +0,03			

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
14	Kersel	79° 31' 55,84	55,7946	54,70	l. OA = 4,3912821935
	Oberpahlen	61 21 48,13	48,0846	46,99	l. KA = 4,3419046668
	Arrohof	39 6 19,45	19,4046	18,31	OA = 24619,66808
	Summe	180 0 3,42	3,2837		KA = 21973,77468
		Corr. = -0,14			
15	Kersel	32 19 43,01	43,6169	42,96½	l. AD = 4,0724400887
	Arrohof	51 41 50,79	51,3969	50,74½	l. KD = 4,2390001506
	Dorpat	95 58 26,34	26,9469	26,29½	AD = 11815,17311
	Summe	180 0 0,14	1,9606		KD = 17338,04599
		Corr. = +1,82			
16	Oberpahlen	49 27 22,17	23,1056	21,79	l. AH = 4,2927707818
	Arrohof	58 6 20,06	20,9956	19,68	l. OH = 4,3409289905
	Holstfershof	72 26 18,91	19,8456	18,53	AH = 19623,24300
	Summe	180 0 1,14	3,9468		OH = 21924,46430
		Corr. = +2,81			
17	Holstfershof	81 39 27,62	27,2775	26,73½	l. AA² = 4,3069221295
	Arrohof	25 4 3,46	3,1175	2,57½	l. HA² = 3,9385841003
	Annikatz	73 16 31,57	31,2275	30,68½	AA² = 20273,19182
	Summe	180 0 2,65	1,6224		HA² = 8681,28673
		Corr = -1,03			
18	Arrohof	60 56 25,31	25,2667	24,51½	l. A²A² = 4,2563475549
	Annikatz	39 55 35,74	35,6967	34,94½	l. AA² = 4,1221816340
	Arrol	79 8 1,34	1,2967	0,54½	A²A² = 18044,61229
	Summe	180 0 2,39	2,2601		AA² = 13248,95528
		Corr. = -0,13			

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
19	Annikatz	48° 40' 1,01	1,0708	0,67	l. A <sup>2</sup> H = 4,1403698892
	Arrol	30 4 1,27	1,3308	0,93	l. A <sup>2</sup> H = 3,9646455525
	Helmet	101 15 58,74	58,8008	58,40	A <sup>2</sup> H = 13815,60441
	Summe	180 0 1,02 Corr. = +0,18	1,2023		A <sup>2</sup> H = 9218,18782
20	Arrol	90 57 13,96	14,3229	14,15	l. HL = 4,1589014551
	Helmet	15 41 30,28	30,6429	30,47	l. A <sup>2</sup> L = 3,5910688994
	Lenard	73 21 15,19	15,5529	15,38	HL = 14417,88161
	Summe	179 59 59,43 Corr. = +1,09	0,5186		A <sup>2</sup> L = 3900,05855
21	Helmet	55 2 8,45	8,2656	7,97 $\frac{2}{3}$	l. LH <sup>2</sup> = 4,0730950413
	Lenard	31 51 12,81	12,6256	12,33 $\frac{2}{3}$	l. HH <sup>2</sup> = 3,8819686243
	Hummelshof	93 6 40,16	39,9756	39,68 $\frac{2}{3}$	LH <sup>2</sup> = 11833,00482
	Summe	180 0 1,42 Corr. = -0,55	0,8667		HH <sup>2</sup> = 7620,23955
22	Hummelshof	79 30 16,79	16,4073	15,73	l. LM = 4,2960776470
	Lenard	64 27 2,68	2,2973	1,62	l. H <sup>2</sup> M = 4,2587142927
	Mariomäggi	36 2 43,71	43,3273	42,65	LM = 19773,23132
	Summe	180 0 3,18 Corr. = -1,15	2,0320		H <sup>2</sup> M = 18143,21691
23	Lenard	30 48 39,80	40,1448	39,17 $\frac{1}{3}$	l. MO = 4,2151200263
	Mariomäggi	111 4 47,24	47,5848	46,61 $\frac{1}{3}$	l. LO = 4,4755949822
	Oppekahn	38 6 34,84	35,1848	34,21 $\frac{1}{3}$	MO = 16410,43248
	Summe	180 0 1,88 Corr. = +1,03	2,9144		LO = 29894,75388

HAUPTDREIECKE.

145

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
24	Mariomäggi	102° 16' 10",10	9",177	9",11	1. OP = 4,3456173617
	Oppekaln	31 22 57,90	57,5177	56,91	1. MP = 4,0722797534
	Palzmar	46 20 54,97	54,5877	53,98	OP = 22162,42923
	Summe	180 0 2,97 Corr. = -1,15	1,8230		MP = 11810,81192
25	Oppekaln	61 59 47,51	47,0341	46,05 $\frac{2}{3}$	1. PK = 4,3061472791
	Palzmar	42 46 59,39	58,9141	57,93 $\frac{2}{3}$	1. OK = 4,1922387493
	Kortenhof	75 13 17,46	16,9841	16,00 $\frac{2}{3}$	PK = 20237,05347
	Summe	180 0 4,36 Corr. = -1,43	2,9323		OK = 15568,21245
26	Palzmar	66 52 53,24	53,1478	52,17	1. KR = 4,3102869682
	Kortenhof	47 28 47,03	46,9378	45,96	1. PR = 4,2141323409
	Ramkau	65 38 22,94	22,8478	21,87	KR = 20430,87507
	Summe	180 0 3,21 Corr. = -0,28	2,9334		PR = 16373,15379
27	Kortenhof	27 7 13,66	14,1280	13,34 $\frac{2}{3}$	1. RN = 4,0882054351
	Ramkau	103 23 59,86	60,3280	59,54 $\frac{2}{3}$	1. KN = 4,4173856026
	Nessaulekls.	49 28 47,42	47,8880	47,10 $\frac{2}{3}$	RN = 12251,95619
	Summe	180 0 0,94 Corr. = +1,40	2,3440		KN = 26144,81678
28	Ramkau	78 49 32,86	32,8083	32,11	1. NE = 4,2966149356
	Nessaulekls.	63 47 33,80	33,7483	33,05	1. RE = 4,2578170179
	Elkakalns	37 22 55,59	55,5383	54,84	NE = 19797,70897
	Summe	180 0 2,25 Corr. = -0,16	2,0949		RE = 18105,77079

Dreieck	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
29	Nessaulekls.	57° 8' 33,04	32,9526	32,48 $\frac{2}{3}$	l. EG = 4,2240561432
	Elkakalns	25 57 51,34	51,2526	50,78 $\frac{2}{3}$	l. NG = 3,9410496120
	Gaisakalns	96 53 37,28	37,1926	36,72 $\frac{2}{3}$	EG = 16751,59418
	Summe	180 0 1,66 Corr. = -0,26	1,3977		NG = 8730,71099
30	Elkakalns	37 34 54,33	54,1481	53,69	l. GS = 4,0103213022
	Gaisakalns	56 19 51,96	51,7781	51,32	l. ES = 4,1453250884
	Sestukalns	86 5 15,63	15,4481	14,99	GS = 10240,50332
	Summe	180 0 1,92 Corr. = -0,55	1,3743		ES = 13974,13996
31	Sestukalns	92 59 8,26	8,1965	7,71 $\frac{1}{2}$	l. GD = 4,2640920790
	Gaisakalns	53 11 6,66	6,5965	6,11 $\frac{1}{2}$	l. SD = 4,1680838585
	Daborskalns	33 49 46,72	46,6565	46,17 $\frac{1}{2}$	GD = 18369,27767
	Summe	180 0 1,64 Corr. = -0,19	1,4496		SD = 14725,96821
32	Gaisakalns	18 29 18,38	19,1077	18,72	l. DK = 3,8264196025
	Daborskalns	101 11 56,39	57,1177	56,73	l. GK = 4,3168535247
	Kreutzburg	60 18 44,21	44,9377	44,55	DK = 6705,32145
	Summe	179 59 58,98 Corr. = +2,18	1,1631		GK = 20742,13826
33	Daborskalns	3 56 2,37	2,3700	2,36	l. KI = 2,7554374635
	Kreutzburg	122 10	33,1911	33,18	l. DI = 3,8466528319
	Jacobstadt	53 53 24,47	24,4700	24,46	KI = 569,42622
			0,0311		DI = 7025,10520

Der Winkel auf Daborskalns ist die Differenz des Winkels zwischen Sestukalns und Kreutzburg im Jahre 1824 = 135° 1' 43,11 gemessen, siehe Seite 126, und des zwischen Sestukalns und Jacobstadt 1826 = 138° 57' 45,48 gemessen, siehe Seite 131. Der zweite Winkel des Dreiecks in Kreutzburg ist nicht mit dem Universalinstrument gemessen; wohl aber von Wrangell zur Verhütung von Versehen mit dem Theodoliten bestimmt = 122° 10' 26,18. Dieser Winkel ist 7,01 kleiner als die bei den andern fordern, aber für eine Entfernung von 569 Toisen entspricht dem Winkel 7,01 eine Größe von 0,0193 Toisen = 1,39 Zoll. Ein kleiner Fehler in der Centri-

# HAUPTDREIECKE.

147

Dreieck	Stanpdunct.	Beobachtete Winkel.	Sphärische Winkel.	Ebene Winkel.	Seiten.
<p>rung würde also diese Differenz erklären; überdies war die Beobachtung auf dem mit Blech gedeckten Boden der Thurmdurchsicht für einen einzelnen Beobachter der von der Ortsveränderung desselben erzeugten Verstellung des Instruments unterworfen. Es darf also dieser Winkel bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden, wie er denn hauptsächlich beobachtet ward, um die Grade und Minuten zu controlliren.</p>					
34	Halljall	7 16 40,49	40,49	40,43	1. H·M <sup>r</sup> = 3,1969727
	Hohenkreutz	98 40 50,15	50,15	50,09	1. HM <sup>r</sup> = 4,0892544
	Maholm	74 2	29,54	29,48	H·M <sup>r</sup> = 1573,884
			0,18		HM <sup>r</sup> = 12281,585
35	Halljall	57 19 23,64	23,64	22,25	1. MM <sup>r</sup> = 4,5656796
	Mäggi-Pälüs	16 19 19,03	19,03	17,64	1. HM <sup>r</sup> = 4,0892583
	Maholm	106 21	21,50	20,11	MM <sup>r</sup> = 36785,746
			4,17		HM <sup>r</sup> = 12281,699
<p>Anmerkung. Die beiden Werthe von Halljall bis Maholm stimmen sehr gut auf 0,114 Toisen, wobei zu bedenken, daß der eine auf einem Winkel von nur 16° beruht; eine Veränderung von —0,16 in diesem Winkel würde beide Werthe schon zu völliger Uebereinstimmung bringen.</p>					
36	Daborskaln	4 4 31,94	31,94	31,93	1. IK <sup>r</sup> = 2,8212093
	Jacobs. Endp.	44 49 38,67	38,67	38,66	1. DK <sup>r</sup> = 3,8176863
	Kreutzb. Krecht.	131 5	49,42	49,41	IK <sup>r</sup> = 662,536
			0,03		DK <sup>r</sup> = 6571,830
37	Kreutzb. Schl.	129 7 46,5	46,5	46,5	1. IK <sup>r</sup> = 2,8212565
	Jacobs. Endp.	9 3 45,8	45,8	45,8	1. KK <sup>r</sup> = 1,1288747
	Kreutzb. Krecht.	41 48	27,7	27,7	IK <sup>r</sup> = 662,606
			0,00		KK <sup>r</sup> = 134,547
<p>Anmerkung zu 36 und 37. Die beiden Dreiecken gemeinschaftliche Seite stimmt auf 0,070 Toisen = 5,0 Zoll, genügend, da die Bestimmung nur eine untergeordnete ist. Der erste Winkel in 36 beruht nemlich nur auf einer doppelten Visirung nach dem Kirchthurm in einem einzelnen Satze. Von Kreutzbürg Schloßthurm ist von Wrangell mit dem Theodoliten in 8 Sätzen nach dem Kirchthurm visirt, aber von Jacobstadt nur in einem einzelnen Satze. Siehe Tagebuch Seite 191 bis 193.</p>					

Ich stelle hier die Fehler der Dreiecke in Bezug auf die Summe der Winkel zusammen, mit Ausnahme des Dreiecks 9, in welchem der eine Winkel nur unvollständig erhalten ist.

Verbesserung der Summe der 3 Winkel in den Dreiecken.

Dreieck.	Corr.	Dreieck.	Corr.	Dreieck.	Corr.	Dreieck.	Corr.
1	+0,50	10	-0,33	18	-0,13	26	-0,28
2	-1,36	11	-0,61	19	+0,18	27	+1,40
3	-0,50	12	-0,52	20	+1,09	28	-0,16
4	+0,45	13	+0,03	21	-0,55	29	-0,26
5	+0,46	14	-0,14	22	-1,15	30	-0,55
6	+0,22	15	+1,82	23	+1,03	31	-0,19
7	-0,46	16	+2,81	24	-1,15	32	+2,18
8	-0,15	17	-1,03	25	-1,43		

Von diesen 31 Fehlern sind 2 gröfser als 2'', gröfser als 1'' sind 9, und 20 unter einer Secunde. Die Summe der positiven Correctionen ist 12,17, die der negativen 10,95, so nahezu gleich, dafs wir annehmen können, im Instrumente und der Methode der Anwendung sei keine Ursache mehr gewesen, welche im allgemeinen alle Winkel im einerlei Sinne beeinträchtigt hätte. Die Summe der Quadrate der Correctionen ist 30,59; hieraus:

für ein Dreieck der m. F. = 0,963; der w. F. = 0,649,

für einen Winkel der m. F. = 0,556; der w. F. = 0,375.

Aus der Übereinstimmung der Werthe der Winkel in den verschiedenen Sätzen ist oben für einen Winkel d. w. F. 0,425 und 0,384 gefunden, etwas gröfser als hier aus der Summe der Winkel. Wenn nun zwar die Werthe 0,425 und 0,384 etwas zu grofs sind, wegen der in ihnen nicht beachteten Compensation der regelmässigen Theilungsfehler in den verschiedenen Sätzen; so ergibt sich doch mit Gewifsheit, dafs wir bei unserer Operation gar kein bestimmtes Anzeichen haben, dafs irgend ein nicht beachtetes Element die Richtigkeit der Winkel noch störe. Wir können also behaupten, dafs weder durch Beleuchtung der Signale noch durch irgend eine Eigenthümlichkeit des Werkzeuges die Richtigkeit



unserer Messung der horizontalen Winkel beeinträchtigt worden ist, und glauben auf diese Behauptung ein großes Gewicht legen zu können, da die Übereinstimmung der Winkelsummen bei der excentrischen Messung aller Winkel eine völlig ungewundene ist.

In dem von mir in Schumachers astr. Nachr., Band VII., Seite 385, gegebenen Bericht über die Resultate dieser Arbeit habe ich bemerkt, daß im allgemeinen die Summe der Winkel in den kleineren Dreiecken genauer stimmt als in den größeren. Beachtet man, daß die Winkel der kleineren Dreiecke mehrentheils 1823 gemessen sind, und also einen etwas größeren w. F. nach der Übereinstimmung der Sätze haben; so hätte das Gegentheil vermuthet werden müssen. Dies scheint anzuzeigen, daß in größeren Dreiecken noch ein störendes Element mit eintritt, und dies mögte eine Andeutung einer Lateralrefraction sein, wenn wir mit diesem Namen die Ablenkung der Gesichtslinie von der geraden bezeichnen, welche, wenn sie vorhanden ist, und durch eine ungleiche Erwärmung der Luft, durch welche der Lichtstrahl durchgeht, erzeugt wird, desto größer sein muß, je größer die Entfernung ist, und je näher die Gesichtslinie an der Erdoberfläche vorbeistreicht. In einem flachen Lande wie Livland sind nun entschieden die größeren Gesichtslinien auch die am nächsten an der Erde vorbeigehenden. Wenn ich in den astr. Nachr. versucht habe, den Betrag der Lateralrefraction einer Rechnung zu entwerfen: so gestehe ich, daß das Resultat derselben mir noch ein höchst unsicheres erscheint, weil die Zahl der größeren und kleineren Dreiecke zu geringe ist, um die zufälligen Fehler auszugleichen. Dennoch glaube ich, daß der Schluss, daß in einem flachen Lande sehr große Dreiecke nicht die größte Sicherheit gewähren, ein auf der Erfahrung begründeter ist, wogegen es sich denken läßt, daß in einer Dreiecksmessung, deren Stationen hoch über der Umgegend erhaben liegen, der Lichtstrahl auch durch sehr große Seiten gänzlich ungestört geht, und daß hier der Vorzug kleinerer Dreiecke vor größeren verschwindet.

### POLARCOORDINATEN VON DORPAT AUS.

Unter Voraussetzung, daß das von Dorpat Centrum des Thurms aus gesehene  
Azimut von Kersel Signal =  $337^{\circ} 36' 37''.40$   
von Norden durch Osten gerechnet sei, finden sich für die Hauptdreieckspunkte folgende Polarcoordinaten von Dorpat aus:

	Dreieckspunct.	Entfernung von Dorpat in Toisen.	Azimut.	Logarithmus der Entfernung.
Nach Norden von Dorpat.	Kersel	17338,0460	337° 36' 37,400	4,2390001506
	Arrohof	11815,1731	241 38 10,453	4,0724400887
	Oberpahlen	27456,8206	305 20 55,219	4,4386502463
	Sall	33549,7528	342 15 24,402	4,5256893249
	Marien-Magd.	39245,7123	328 44 33,218	4,5937922161
	Ebbafer	44013,3959	340 30 50,640	4,6435848781
	Tammik	36809,0857	342 12 56,513	4,5659550307
	Raeküll	45708,8915	347 3 52,978	4,6600006892
	Lewala	52118,0087	346 2 17,346	4,7169878143
	Warresmäggi	53408,8174	355 0 12,412	4,7276129614
	Halljall	61628,7538	347 40 15,976	4,7897833862
	Hohenkreutz	59483,2583	358 48 33,125	4,7743947498
	Mäggi-Pälüs	97168,2016	4 12 36,000	4,9875241648
Nach Süden von Dorpat.	Holstfershof	30360,5163	261 8 3,279	4,4823091520
	Annikatz	32047,1230	245 26 33,513	4,5057890470
	Arrol	22250,3714	212 28 30,112	4,3473372650
	Helmet	33471,6518	229 27 28,800	4,5246771456
	Lenard	25120,6112	206 4 21,192	4,4000302014
	Hummelshof	35445,1428	217 11 27,801	4,5495567305
	Mariomäggi	43468,3043	193 15 49,948	4,6381726984
	Oppekaln	47709,5917	173 12 56,854	4,6786056997
	Palzmar	54872,2469	196 52 12,489	4,7393527437
	Kortenhof	62464,1612	178 25 51,762	4,7956309127
	Ramkau	71029,7820	194 26 21,096	4,8514404820
	Nessaulekls.	82702,5367	191 39 21,135	4,9175188305
	Elkakalns	81675,8749	205 28 25,854	4,9120937953
	Gaisakalns	89313,8225	195 27 30,583	4,9509186768
	Sestukalns	93994,0137	201 9 26,711	4,9731001950
	Daborskalns	107321,0895	197 34 57,463	5,0306850726
	Kreutzburg	109964,1793	194 19 53,144	5,0412512368
	Jacobst. Endp.	110528,9552	194 17 37,241	5,0434760647

Diese Coordinaten sind nach Bessels Methode in den astron. Nachr., Band I., Seite 35, berechnet. Um in den sich hier zwischen zwei auf einander folgenden Polarcoordinaten bildenden Dreiecken den sphärischen Excess zu berechnen, wandte ich nördlich von Dorpat den mittleren Meridiankrümmungshalbmesser zwischen Dorpat und Hochland, und südlich den mittleren zwischen Dorpat und Jacobstadt, oder die oben gegebenen Constanten  $m = 1,98320$  und  $m = 1,98344$  an, was um so richtiger ist, da diese Dreiecke mit ihren beiden gröfsern Seiten sehr nahe mit dem Meridiane zusammenfallen, und in Dorpat, je gröfser diese Seiten werden, einen desto spitzeren Winkel einschließen. Daher beträgt denn auch der gröfste Excess nördlich von Dorpat im Dreieck zwischen Dorpat, Halljall und Mäggi-Pälüs nur  $16,398$  und südlich im Dreiecke zwischen Dorpat, Elkakalns und Nessaulekalns nur  $15,528$ . Man sieht hieraus, dafs es bei unserer Arbeit überflüssig ist, in der Berechnung des sphärischen Excesses von den quadratischen Gliedern Rechnung zu tragen, zu deren Entwicklung in der trefflichen Abhandlung von Buzengeiger in der Zeitschrift für Astronomie von Lindenau und Bohnenberger, Band VI., Seite 264 und folgende, Anleitung gegeben ist. Da jedes neuen Punctes Entfernung von Dorpat und Azimut auf gedoppelte Weise aus den Coordinaten jedes der beiden zunächst vorhergehenden Puncte, mit welchem er ein ursprüngliches Dreieck bildete, sich ergibt: so controllirt sich die ganze Rechnung selbst auch in Bezug auf die Auflösung der ursprünglichen Dreiecke. Dafs die Rechnung von 3 Rechnern mit Logarithmen in 7, 8 und 10 Stellen ausgeführt ist, ward oben gesagt, und es mögte interessant sein zu bemerken, wie weit diese Rechnungen in den vom Beginn der Rechnung, d. h. dem Logarithmus der Basis entferntesten Ergebnissen von einander abweichen.

Seite.		Logarithmus.	Natürliche Zahl.	Azimut.
Halljall—Mäggi-Pälüs	A	4,6225684613	41934,2096	
	B	4,62256849	41934,212	
	C	4,6225683	41934,19	
Daborskalns—Jacobst.	A	3,8466528319	7025,1052	
	B	3,84665279	7025,104	
	C	3,8466531	7025,110	

Seite.		Logarithmus.	Natürliche Zahl.	Azimut.
Dorpat—Mäggi-Pälüs	A	4,9875241648	97168,2016	4° 12' 36,000
	B	4,98752415	97168,198	36,004
	C	4,9875240	97168,16	35,97
Dorpat—Jacobstadt	A	5,0434760647	110528,9552	194° 17' 37,241
	B	5,04347602	110528,943	37,243
	C	5,0434763	110528,90	37,23

A, B, C sind die Ergebnisse der Rechnung mit 10, 8 und 7 Stellen. Man sieht, daß die Rechnung mit 7 Decimalstellen auch für die Ausdehnung der ganzen Messung noch hinreichend genaue Resultate gegeben hat.

### HÜLFSDREIECKE AUF HOCHLAND. TAF. I., FIG. C.

Der Zweck dieser Messung war die Verbindung des Standpuncts auf Mäggi-Pälüs mit dem Mittelpuncte des Zeltcs I. und mit mehreren festen Puncten auf der Insel. Siehe Tagebuch Seite 236. Die für dieselbe gemessene Grundlinie betrug 252,7918 Mètre nach einem Etalon eines halben Mètre von Messing bei  $+17,75^{\circ}$  Reaumur; die Inclination dieser Linie war  $1^{\circ} 27' 58,8''$ . Da nun der Etalon seine wahre Länge beim Gefrierpuncte hat: so erhält man, unter Annahme einer Ausdehnung des Messings von 0,0000225 für jeden Grad Reaumur, die Länge der Grundlinie in Toisen:

$$252,7918 \cdot 1,0003994 \cdot 443,296 : 864 = 129,709 \text{ Toisen, Log.} = 2,1129709.$$

Die Winkel wurden mit dem Theodoliten in der Regel in 3 Sätzen beobachtet, wobei nach jedem einer hinreichend scharfen Beobachtung fähigen Objecte zwei Mal eingestellt wurde. Der der Basis gegenüberliegende Winkel ist in 9 Sätzen bearbeitet. Nur die Winkel in M auf Mäggi-Pälüs wurden mit dem daselbst schon stehenden Universalinstrumente genommen. Über die Bedeutung der Buchstaben siehe Tagebuch Seite 236.

HÜLFSDREIECKE.

153

Winkel in M.

Satz.	L—Q	L.C—Q	W.II—Q	W.I—Q	W.IV—Q	W.A—L
I.	33° 47' 24,5	34° 9' 17,0	33° 50' 53,0	34° 0' 56,0	34° 2' 48,5	0° 3' 38,4
II.	26,3	17,8	54,2	58,0	45,2	40,5
III.	23,9	13,7	50,5	51,2	47,3	38,7
Mittel	33 47 24,9	34 9 16,2	33 50 52,6	34 0 55,1	34 2 47,0	0 3 39,2

Winkel in B.

Satz.	A—L	L.C—L	W.S—L	K—L	G—L
I.	72° 37' 48,8	0° 9' 56,3	0° 27' 54,0	33° 20' 34,7	27° 54' 4,5
II.	48,1	61,6	28 1,9	40,6	53 56,4
III.	57,7	60,1	28 11,1	50,1	53 51,6
IV.	52,9				
V.	52,3				
VI.	47,4				
Mittel	72 37 51,2	0 9 59,3	0 28 2,3	33 20 41,8	27 53 57,5

Winkel in A.

Satz.	P—L	Z—L	W.S—L	L—B
I.	46° 9' 20,0	46° 6' 38,5	0° 24' 21,8	95° 32' 4,5
II.	14,9	32,4	19,7	15,1
III.	12,9	24,1	22,9	4,6
Mittel	46 9 15,9	46 6 31,7	0 24 21,5	95 32 8,1

Anmerkung. Diese Beobachtungen sind am 19. August bei sehr unruhiger Luft gemacht. Die nachfolgenden am 21. August sind weit genauer, bei sehr guter Luft.

## HÜLFSDREIECKE.

## Winkel in A. Fortsetzung.

Satz.	P—L	Z—L	L—B
I.	46° 9' 21,1	46° 6' 31,1	95° 32' 7,3
II.	14,2	29,8	9,5
III.	21,3	34,5	4,6
Mittel	46 9 18,9	46 6 31,8	95 32 7,1

Anmerkung. Ich brauche bei der Berechnung diese letzten Mittel als die sicheren. Für den dritten Winkel W.S—L ist die frühere Bestimmung genau genug, da der Schornstein keiner ganz sicheren Beobachtung fähig ist.

## Winkel in Q.

Satz.	M.S—L	P—L	Z—L	L—L.C	W.S—L	G—L
I.	87° 8' 16,6	46° 44' 30,6	49° 14' 33,5	0° 39' 7,0	0° 31' 5,2	61° 32' 51,2
II.	12,2	29,4	31,0	11,1	4,9	54,3
III.	12,0	32,8	34,8	8,7	2,8	
Mittel	87 8 13,6	46 44 30,9	49 14 33,1	0 39 8,9	0 31 4,3	61 32 52,7

Anmerkung. M.S ist die eiserne Spitze des Zeltes auf Maggi-Pälüs, die nicht genau über dem Centro des Instrument in M war. Die Correction der Able-  
sung wegen dieser Excentricität beträgt + 8,9, und hieraus folgt der Winkel  
MQL = 87° 8' 4,7.

## Winkel in L.

Satz.	B—A	Satz.	A—P	A—Z	Q—P	Q—M.S
I.	11° 49' 60,2	I.	10° 43' 7,3	7° 39' 51,9	58° 50' 6,5	59° 4' 36,5
II.	55,8	II.	5,5	47,6	2,9	32,2
III.	57,5	III.	9,5	50,6	2,0	32,7
IV.	57,3	Mittel	10 43 7,4	7 39 50,0	58 50 3,8	59 4 33,8
V.	58,3		Q—G	L.C—Q	P—W.S	P—W.I
VI.	57,4	I.	37° 10' 24,5	150° 24,1	32° 38,8	10° 48'
VII.	57,7	II.	27,4	24,9	35,1	47
VIII.	58,3	III.	23,5		34,4	46
IX.	57,8	Mittel	37 10 25,1	150 24,5	32 36,1	10 47,0
Mittel	11 49 57,8					

## Winkel in L. Fortsetzung.

Satz.	P—W.IV	P—W.III
I.	44° 22'	65° 50'
II.	15	50
III.	19	49
Mittel	44 18,7	65 49,7

Anmerkung. Der Winkel B—A ist in 9 Sätzen beobachtet, seiner Wichtigkeit wegen, da er der Grundlinie gegenüber liegt. Die Übereinstimmung der 9 Sätze, von denen 6 am 20. August und die 3 letzten am 21. gemessen sind, ist für ein so kleines Instrument höchst überraschend. Für M.S ist die Correction der Ablesung + 0,6, und folglich der centrirte Winkel QLM = 59° 4' 34,4. Für die ganz nahen Gegenstände waren die Winkel keiner größeren Genauigkeit fähig, als das Schema darbietet.

## Winkel in P.

Satz.	L—Q	L—A	L—Z	Q—Z
I.	74° 25' 26,7	123° 7' 28,6		
II.	30,0	34,0		
III.	26,8	29,1	122° 59' 14,7	48° 33' 49,2
Mittel	74 25 27,8	123 7 30,6	122 59 14,7	48 33 49,2
	L—K	L—G	L.C—L	W.S—L
I.	100° 42' 25,6	102° 8' 49,6	0° 50' 49,9	0° 22' 24,9
II.	29,6	51,9	49,9	26,6
III.	23,4	46,1	54,6	31,4
Mittel	100 42 26,2	102 8 49,2	0 50 51,5	0 22 27,6

Schließt man die Beobachtungen des Schornsteins und der Ecken des Wachthauses, so wie in B des gar zu nahe gelegenen Kirchthurms und des Glockenthurms, und von L des zu nahen Leuchthturms aus, als keiner Genauigkeit für den Winkel fähig: so bieten die übrigen 21 in 71 Sätzen beobachteten Winkel mit ihren Mittelwerthen verglichen eine Summe der Quadrate der Abweichungen von 316,90 dar, und hieraus für einen einzelnen Satz das mittlere Quadrat  $316,90 : (71-21) = 6,3380$ . Hieraus findet sich für den mit dem achtzolligen Theodoliten im einzelnen

Sätze aus 2 Einstellungen bestimmten Winkel der m. F. =  $2,52$ , der w. F. =  $1,70$ . Es ist daher für den Winkel BLA der w. F. =  $0,57$  und für die in drei Sätzen bestimmten Winkel der w. F. =  $0,99$ . Man sieht wie auch an diesem kleinen Instrumente die Erfahrung die Entbehrlichkeit der Repetition beweiset.

Ich lasse jetzt die Zusammenstellung der Dreiecke mit ihren aus der Basis abgeleiteten Seiten, alles als eben angesehen, folgen.

Dreieck.	Stand-punct.	Beobachtete Winkel.	Verbesserte Winkel.	Seiten.
1	A	$95^{\circ} 32' 7,1$	$95^{\circ} 32' 8,7$	l. BL = $2,7990632$
	B	$72 37 51,2$	$72 37 52,8$	l. AL = $2,7808255$
	L	$11 49 57,8$	$11 49 58,5$	BL = $629,598$
	Summe	$179 59 56,1$		AL = $603,706$
		Corr. = $+ 3,9$		Basis = $129,709$
Anmerkung. Wegen der bei weitem größeren Sicherheit des auf 9 Sätzen beruhenden Winkels L habe ich die Verbesserung von $3,9$ ungleich vertheilt und zwar $0,7$ auf L, und $1,6$ auf jeden der andern Winkel.				
2	A	$46 9 18,9$	$46 9 19,9$	l. LP = $2,7159226$
	L	$10 43 7,4$	$10 43 8,4$	l. AP = $2,1273475$
	P	$123 7 30,6$	$123 7 31,7$	LP = $519,903$
	Summe	$179 59 56,9$		AP = $134,075$
		Corr. = $+ 3,1$		
3	P	$74 25 27,8$	$74 25 26,9$	l. LQ = $2,8373799$
	L	$58 50 3,8$	$58 50 3,0$	l. PQ = $2,7859370$
	Q	$46 44 30,9$	$46 44 30,1$	LQ = $687,670$
	Summe	$180 0 2,5$		PQ = $610,853$
		Corr. = $-2,5$		
4	Q	$87 8 4,7$	$87 8 3,3$	l. LM = $3,0916453$
	L	$59 4 34,4$	$59 4 33,1$	l. QM = $3,0255994$
	M	$33 47 24,9$	$33 47 23,6$	LM = $1234,938$
	Summe	$180 0 4,0$		QM = $1060,717$
		Corr. = $-4,0$		



Dreieck.	Stand- punct.	Beobachtete Winkel.	Verbesserte Winkel.	Seiten.
5	L A Z	$7^{\circ} 39' 50''$ 46 6 31,8	$7^{\circ} 39' 50''$ 46 6 31,8 126 13 38,2	I. AZ = 1,9991554 I. LZ = 2,7518539 AZ = 99,806 LZ = 539,329
6	L P Z	3 3 17,4 122 59 14,7	3 3 17,4 122 59 14,7 53 57 27,9	I. PZ = 1,5348569 I. LZ = 2,7318512 PZ = 34,265 LZ = 539,326
7	L Q Z	55 46 46,4 49 14 33,1	55 46 46,4 49 14 33,1 74 58 40,5	I. QZ = 2,7699235 I. LZ = 2,7518521 QZ = 588,740 LZ = 539,327
8	L Q L.C	150 24 30 0 39 8,9	150 24 30 0 39 8,9 28 56 21,1	I.Q(L.C) = 2,8462058 I.L(L.C) = 1,2090714 Q(L.C) = 701,788 L(L.C) = 16,183
9	P Q L.C	75 16 19,3 47 23 39,8	75 16 19,3 47 23 39,8 57 20 0,9	I.Q(L.C) = 2,8462050 I.P(L.C) = 2,7276100 Q(L.C) = 701,787 P(L.C) = 534,085
10	Q L W.S	0 31 4,3 91 26 9,8	0 31 4,3 91 26 9,8 88 2 45,9	I.L(W.S) = 0,7937173 I.Q(W.S) = 2,8374961 L(W.S) = 6,219 Q(W.S) = 687,854
11	Q P W.S	46 13 26,6 74 47 55,4	46 13 26,6 74 47 55,4 58 58 38,0	I.P(W.S) = 2,7115429 I.Q(W.S) = 2,8375073 P(W.S) = 514,687 Q(W.S) = 687,871

Dreieck.	Stand- punct.	Beobachtete Winkel.	Verbesserte Winkel.	Seiten.
12	L Q G	37° 10' 25",1 61 32 52,7	37° 10' 25",1 61 32 52,7 81 16 42,2	L. QG = 2,6236351 L. LG = 2,7865268 QG = 420,373 LG = 611,684
13	L P G	21 39 38,7 102 8 49,2	21 39 38,7 102 8 49,2 56 11 32,1	L. PG = 2,3635250 L. LG = 2,7865351 PG = 230,954 LG = 611,695
14	L B G	0 53 26,5 27 53 57,5	0 53 26,5 27 53 57,5 151 12 36,0	L. BG = 1,3079647 L. LG = 2,7865468 BG = 20,322 LG = 611,712

Diese Dreiecksmessung bietet uns 4 Hauptdreiecke dar, in denen alle 3 Winkel gemessen sind, deren Summe die Fehlercorrectionen + 3",9, + 3",1, - 2",5, - 4",0 darbieten, befriedigend und der oben aus der Übereinstimmung unter sich gefolgerten Sicherheit der Winkel nahezu entsprechend. Durch die übrigen 10 Dreiecke sind nun die 4 Punkte Z, L.C, W.S und G bestimmt, jedes in 2 oder 3 Dreiecken, wogegen in allen der dritte Winkel fehlt. Die aus mehreren Dreiecken gefolgerten Seiten prüfen auf andere Weise der Operation Genauigkeit, sie sind:

Seite LZ.	Seite Q (L.C).	Seite Q (W.S).	Seite LG.
559,329	701,788	687,854	611,684
326	787	871	695
327			712
Mittel: 559,3273	701,7875	687,862	611,697

Die Dreiecke knüpfen sich an den Punct M, Centrum des Universalinstruments auf Maggi-Pälüs, an; sie müssen aber mit E dem eigentlichen durch den Bolzen bezeichneten Endpunct verbunden werden. Aus der Entfernung ME = 311,6 Zoll und Winkel EML = 22° 7' 21", Winkel EMQ = 55° 54' 45" ergibt sich MLE = y = 4' 33",1 und MQE = z = 11' 38",6. Hieraus erhält man mit Zuziehung des Dreiecks 4:

$$\begin{aligned}
\text{Winkel LEQ} &= 33^{\circ} 47' 23,6'' + z - y = 33^{\circ} 54' 29,1''; \\
- \quad \text{QLE} &= 59^{\circ} 4' 33,1'' + y = 59^{\circ} 9' 6,2''; \\
- \quad \text{EQL} &= 87^{\circ} 8' 3,3'' - z = 86^{\circ} 56' 24,7''; \\
\text{Log EQ} &= 3,0246074; \text{EQ} = 1058,297 \text{ Toisen}; \\
\text{Log EL} &= 3,0902333; \text{EL} = 1230,930 \quad -
\end{aligned}$$

Unter Anwendung des weiter unten berechneten Azimuts der Linie EL =  $336^{\circ} 4' 40,8''$ , findet man aus den obigen Dreiecken folgende in Toisen ausgedrückten Coordinaten der Punkte der Hülfs triangulirung vom Anfangspunkte E aus, auf dessen Meridian bezogen.

Punkte.	Abcisse.	Ordinate.
E = Bolzen auf Mäggi-Pälüs	0	0
Z = Mitte des Mittagsrohrs in Zelt I.	+ 645,913	-251,818
P	+ 651,124	-285,685
G = Glockenthurm Spitze	+ 699,510	- 59,861
Q	+1042,264	+183,518
W.S = Wachthaus Schornstein	+1119,040	-500,046
W.I = Ecke I	+1118,600	-497,553
W.III = Ecke III	+1120,660	-503,151
W.IV = Ecke IV	+1122,595	-500,081
L	+1125,191	-499,131
L.C = Centrum des Leuchthurms	+1134,822	-512,138

Die Coordinaten von W.I, W.III, W.IV, Tafel I., Fig. D, sind aus den gemessenen Distanzen  $L(W.I) = 6,778$ ,  $L(W.III) = 6,0556$ ,  $L(W.IV) = 2,7639$  Toisen und den in L beobachteten Richtungswinkeln abgeleitet. Aus den Differenzen der Coordinaten finden sich die Seiten  $(I-IV) = 4,728$  Toisen,  $(III-IV) = 3,630$  Toisen, der Winkel I. IV. III. =  $90^{\circ} 6,1'$ . Die unmittelbare Messung gab für diese Seiten 4,736 und 3,625 um + 0,008 und -0,005 Toisen verschieden. Vergleiche Tagebuch Seite 242 und 243.

## VERBINDUNG DER HÜLFSDREIECKE IN HOCHLAND MIT DEN HAUPTDREIECKEN.

Aus den Coordinaten von Z findet sich die Distanz  $EZ = 693,263$  Toisen, und der Winkel  $LEZ = 2^{\circ} 37' 22,0$ . Der Winkel in E zwischen Halljall und Wachthaus Absehen ist  $126^{\circ} 47' 11,19 + x$  (Seite 131.) Der in M beobachtete Winkel zwischen dem Absehen und L ist  $0^{\circ} 3' 39,2$ . Dieser bedarf, um auf den Punct E reducirt zu werden, der Correctionen  $+ y = + 4' 33,1$  und  $-x$  (Seite 158 und 131) und wird also  $8' 12,3 - x$ , folglich Winkel Halljall EL  $= 126^{\circ} 55' 23,49$ ; demnach der Winkel Halljall EZ  $= 129^{\circ} 32' 45,49$ . Mit diesen Datis und den Coordinaten für Mägi-Pälüs E auf Seite 150 finden sich für die Mitte des Passageninstruments in Zelt I. auf Hochland die Polarcoordinaten von Dorpat:

Entfernung = 97793,2232 Toisen, Log = 4,9903087604;

Azimut =  $4^{\circ} 2' 1,2509$ .

## HÜLFSDREIECKE BIS ZUM FINNISCHEN MEERBUSEN.

### TAFEL I., FIGUR E.

Der Zweck dieser Messungen war, die letzten Hauptdreieckspuncte Halljall und Hohenkreutz mit einem Standpuncte am Ende der Hafenbrücke von Kunda zu verbinden. In Halljall, Siehe Tagebuch Seite 250, waren mit dem Theodoliten die Richtungen nach den in der Figur E angezeigten zu bestimmenden Puncten und nach Maholm Kirchthurm excentrisch beobachtet. Um diese Richtungen aufs Centrum des Thurms zu bringen bedarf es folgender aus der Centrirung hervorgehenden Correctionen:

Kunda Signal,  $r = + 20,5$ ; Zeichen I.,  $r = + 14,7$ ; Zeichen II.,  $r = + 14,3$ ;

Malla Windmühle,  $r = + 12,7$ ; Malla Wohnhaus,  $r = + 12,5$ ; Kunda Wohnhaus,  $r = + 12,4$ ; Maholm Kirchthurm,  $r = -3,6$ .

Nach Seite 132 ist in Halljall der Winkel zwischen Maholm und Hohenkreutz Signal  $= 7^{\circ} 16' 40,49$ , woraus nach Abzug der auf Seite 134 gegebenen Quantität  $+ 2' 39,99$  der Winkel zwischen Maholm und Hohenkreutz Zelt  $= 7^{\circ} 14' 0,50$  folgt. Hiermit sind die Winkel zwischen den zu bestimmenden Puncten und dem Zelte in Hohenkreutz wie sie in den nachfolgenden Drei-

ecken sich finden, abgeleitet. Unter Hohenkreutz Zelt ist der Ort des Universalinstruments unter dem Zelte zu verstehen; und ich habe diesen in die Dreiecke eingeführt, um für die in Hohenkreutz beobachteten Winkel der Reduction aufs Centrum überhoben zu sein. Der nicht beobachtete dritte Winkel jedes Dreiecks ist eingeklammert. Die Brüche der Secunde sind nicht mitgenommen. Aus der Seite Halljall — Hohenkreutz Signal, nach Dreieck 8, Seite 141, = 11945,098 Toisen folgt Halljall — Hohenkreutz Zelt = 11928,665 Toisen, Log. = 4,0765918.

Dreieck.	Standpunct.	Beobachtete Winkel.	Gegenseite in Toisen.	Logarithmus der Gegenseite.
1	Halljall Thurm	33° 9' 42"	6798,94	3,8324411
	Hohenkreutz Zelt	40 31 9	8075,43	3,9071656
	Kunda Signal	(106 19 9)		
2	Halljall Thurm	28 12 7	5774,81	3,7615377
	Hohenkreutz Zelt	49 16 3	9259,68	3,9665958
	Zeichen I.	(102 31 50)		
3	Halljall Thurm	27 30 45	5670,31	3,7536065
	Hohenkreutz Zelt	48 50 46	9242,34	3,9657821
	Zeichen II.	(103 38 29)		
4	Halljall Thurm	26 58 32	5453,59	3,7366824
	Hohenkreutz Zelt	55 51 23	9950,33	3,9978374
	Malla Windmühle	(97 10 5)		
5	Halljall Thurm	26 12 49	5296,24	3,7239674
	Hohenkreutz Zelt	57 59 8	10166,55	4,0071735
	Malla Wohnhaus	(95 48 3)		
6	Halljall Thurm	24 17 47	5673,98	3,7538875
	Hohenkreutz Zelt	35 35 21	8025,33	3,9044631
	Kunda Wohnhaus	(120 6 52)		

Nimmt man die Linie Halljall — Hohenkreutz Zelt zur Abscissen-Linie, und Halljall zum Anfangspunct, so erhält man folgende in Toisen ausgedrückte Coordinaten der 5 von der Hafenbrücke in Kunda aus sichtbaren Puncte.

	Abscisse x =	Ordinate y =
Kunda Signal	6760,20	4417,28
Zeichen I.	8160,43	4375,94
Zeichen II.	8197,13	4269,43
Malla Windmühle Mitte	8867,73	4513,57
Malla Wohnhaus Mitte	9120,96	4490,76

Die auf der Hafenbrücke in Kunda = H zwischen diesen Puncten mit dem Theodoliten beobachteten Winkel, siehe Tagebuch Seite 257, entsprechen im Mittel folgenden Richtungen:

Kunda Signal	0° 0' 0"
Zeichen I.	301 2 43
Zeichen II.	300 47 34
Malla Windmühle	275 8 2
Malla Wohnhaus	270 21 58

Bekanntlich sind zwei Winkel zwischen drei bestimmten Gegenständen hinreichend zur Bestimmung eines Standpunctes. Gaußs hat die Auflösung dieser geodätischen Aufgabe, wenn mehr als 3 Puncte gegeben sind, in den astr. Nachrichten, Band I., Seite 8f, nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung gegeben. Unter Anwendung dieser Methode findet man als Endresultat für die Coordinaten von H die Werthe  $x = 7657,15$  und  $y = 5608,14$ , welche den einzelnen Richtungen bis auf die nachbleibenden Fehler  $+1,9$ ,  $-7,1$ ,  $+1,5$ ,  $-10,6$ ,  $+8,9$  genügen, hinreichend genau bei der Beschaffenheit der beobachteten Gegenstände. Aus diesen Coordinaten folgen ferner die Entfernungen:

Kunda Hafenbrücke his Kunda Signal	= 1490,86 Toisen. Log. = 3,1734368
— — — — — Zeichen I.	= 1331,02 — — — — 3,1241846
— — — — — Zeichen II.	= 1443,49 — — — — 3,1594138
— — — — — Malla Windmühle	= 1632,05 — — — — 3,2127335
— — — — — Malla Wohnhaus	= 1841,55 — — — — 3,2651835

## BESTIMMUNG DER HÖHEN DER DREIECKS- PUNCTE ÜBER DER MEERESFLÄCHE.

Ist die geodätische Entfernung zweier Puncte A und B gleich D, der Krümmungshalbmesser derselben = R, der diesem entsprechende Winkel der beiden Verticalen = C, die Chorde desselben = D', und hat man in A und B die reciproken Zenithdistanzen  $z = 90^\circ - a$  und  $z' = 90^\circ - b$  beobachtet: so folgt die Höhe von B über A oder  $\beta - \alpha = \gamma$  aus den beiden Formeln:

$$\text{I. } \gamma = \frac{D' \cdot \sin(a + \frac{1}{2} C - \rho)}{\cos(C - a + \rho)} = \frac{-D' \cdot \sin(b + \frac{1}{2} C - \sigma)}{\cos(C - b + \sigma)},$$

in welchen  $\rho$  und  $\sigma$  die durch die Refraction erzeugten Abweichungen der das Auge treffenden Lichtstrahlen von der Chorde bedeuten. Ohne Bedenken kann man bei Messungen in einem flachen Lande sowohl die Nenner = 1 setzen, als D für D' und die Bogen für die Sinus substituiren, und erhält also:

$$\text{II. } \gamma = D \cdot (a + \frac{1}{2} C - \rho) \cdot \sin 1'' = -D \cdot (b + \frac{1}{2} C - \sigma) \cdot \sin 1''.$$

Der größte Höhenunterschied zweier zu einem Dreiecke gehörigen Puncte ist in unserer Messung zwischen Gaisakalns und Kreutzburg, deren Distanz = 20742,1 Toisen, Log D = 4,3168535. Hier ist C = 1305,70, Log D' = 4,3168528. Ich setze  $\rho = 0,084$  C = 109,68. In Gaisakalns war  $a = -26' 38,3$  beobachtet = -1598,3. Hiemit steht die Rechnung nach beiden Formeln so:

Log D'	= 4,3168528	Log D	= 4,3168535
Log sin 17' 35,13	= 7,7088789 n	Log 1055,13	= 3,0233059
Cpl. cos 50' 13,7	= 0,0000463	Log sin 1''	= 4,6855749
Log $\gamma$	= 2,0257780 n	Log $\gamma$	= 2,0257343
$\gamma$	= -106,115	$\gamma$	= -106,105

Der Fehler der Näherungsformel ist selbst in diesem Falle nur  $0,01\text{Toise} = 0,72\text{ Zoll}$ , eine Gröfse, die bei Höhenbestimmungen aus einer Entfernung von nahezu 40 Werst als völlig verschwindend anzusehen ist.

Aus der Formel II. folgt:

$$a + \frac{1}{2} C - \varrho = -b - \frac{1}{2} C + \sigma \text{ und}$$

$$\text{III. } P = \varrho + \alpha = a + b + C = 180^\circ + C - (z + z')$$

$$\text{IV. } \gamma = D. \left( \frac{a-b}{2} - \frac{\varrho-\sigma}{2} \right) \cdot \sin 1'' = D. \left( \frac{z'-z}{2} + \frac{\sigma-\varrho}{2} \right) \cdot \sin 1''.$$

Offenbar ist  $P$  der Winkel der Richtung der Gesichtslinien an den beiden Standpunkten. Jedes Par reciproker Beobachtungen giebt ein  $P$ . Aber  $\gamma$  wird man nur erhalten wenn man  $\varrho = \sigma$  setzen kann und  $\frac{\varrho-\sigma}{2}$  ganz verschwindet. Die Annahme  $\varrho = \sigma$  wird sehr nahezu richtig sein bei gleichzeitigen reciproken Beobachtungen, indem sie nur eine gleichförmige Krümmung der Curve des Lichtstrahls voraussetzt. Die Veränderlichkeit der Zenithdistanzen irdischer Gegenstände zeigt, dafs bei nicht gleichzeitigen Beobachtungen  $\varrho$  und  $\sigma$  sehr verschieden sein können, und dafs daher für nicht gleichzeitige Beobachtungen zur Ermittlung des Höhenunterschiedes noch eine wenigstens genäherte Kenntnifs der Veränderungen der Refraction oder derjenigen Bedingungen, unter welchen nahezu  $\varrho = \sigma$  als gültig angenommen werden kann, erforderlich ist.

Wenn bei gleichzeitigen reciproken Beobachtungen  $\varrho = \sigma$  ist, so ergibt sich, dafs aus ihnen Höhenbestimmungen folgen, die nur von der Sicherheit der Messung in ihrer Genauigkeit begränzt sind. Eine solche Reihe gleichzeitiger Zenithdistanzen wurde 1829 am 5. und 6. August in Dorpat und Kersel ausgeführt, und ist im Tagebuch ausführlich dargelegt. In Dorpat beobachteten die Herren Preufs und Eduard Senf mit dem 18zolligen Verticalkreise, in Kersel ich am Universalinstrumente. An beiden Orten waren Heliotrope aufgestellt, um volle Sicherheit im Zielen zu haben. Ein drittes Heliotrop stand in Sall, und wurde von mir in Kersel gleichzeitig mit Dorpat Heliotrop in jedem Satze beobachtet, um so von der mittleren Station Kersel aus den Höhenunterschied der fast gleich entfernten Punkte Dorpat und Sall abzuleiten. Ausserdem beobachtete ich in einem Satze auch die beiden andern Standpunkte Arröhof und Oberpahlen, die von Kersel sichtbar sind. Wenn die Heliotrope verschwanden, wurden einige Male andere Zielpunkte gebraucht. Um die Beobachtungen vergleichbar zu machen, reducire ich alle Zenithdistanzen auf die Horizontalachse des Verticalkreises in Dorpat, die Ober-



flächen der Signale in Kersel, Sall und Arrohof und den Fußboden des Belvederes in Oberpahlen. Die im Tagebuche angegebenen Centrirungsgrößen geben folgende endliche verticale Reductionen.

Reductionen der in Dorpat beobachteten Zenithdistanzen.

Kersel Heliotrop = + 0,9; Kersel Absehen = + 35,9.

Reductionen der in Kersel beobachteten Zenithdistanzen.

Dorpat Heliotrop 1. bis 6. = -4,2; 7. bis 9. = -4,4; 10. und 11. = -3,9; Dorpat Sternwarte Dach Mitte 12. und 13. = + 36,5; Sall Heliotrop = -2,2; Sall über den Streben = + 16,8; Arrohof Piramide Mitte = + 16,7; Oberpahlen Durchsicht Mitte = + 12,2.

Nach Anbringung dieser Reductionen erhält man folgende Zenithdistanzen:

In Dorpat.

Von der Horizontalachse des Verticalkreises, der 0,856 Toise höher als die Schwelle der Sternwarte liegt, beobachtete Zenithdistanz von Kersel Signal Oberfläche der Schwelle.

1829	Wahre Zeit.	Zenithdistanz.	1829	Wahre Zeit.	Zenithdistanz.
	U			U	
4. Aug.	23 11'	90° 4' 25,0	6. Aug.	3 47'	90° 4' 16,2
5. —	3 33	4 23,4		4 52	4 13,0
	3 57	4 18,9		5 10	4 9,2
	4 16	4 15,9		5 15	4 5,9
	4 35	4 13,0		5 30	3 59,6
	5 2	4 9,0		5 42	3 53,1
	5 23	3 59,7		5 53	3 52,0
	5 51	3 56,0		6 19	3 49,6
	6 8	3 48,9		6 30	3 45,6
	6 33	3 23,8		6 43	3 47,7
	20 53	4 20,6		7 0	3 45,2
	21 14	4 21,4		7 12	3 38,9
	21 38	4 21,6		7 26	3 33,7
	22 7	4 25,2		7 39	3 24,9

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

## In Kersel.

Von der Oberfläche der Signalschwelle.

1829.	Dorpater wahre Zeit.	Zenithd. von Dorpat hor. Achse des Vert. Kr.	Zenithdistanz von Sall Sig- nal Schwelle.	Zenithdistanz von Arrohof Signal- schwelle.	Zenithdistanz v. Oberpahl. Bely. Fuß- boden.
5. Aug.	3 Uhr 49'	90° 11' 55,0	90° 0' 59,3		
	4 27	11 50,3	0 51,7		
	5 8	11 38,4	0 30,9		
	5 40	11 27,6	0 35,8		
	6 11	11 14,7	0 20,9		
	6 37		0 8,2		
	20 56	12 1,8			
	21 17	12 2,4			
	21 52*)	12 8,4			
6. Aug.	3 56	11 55,1			
	4 17	11 53,8			
	5 42	11 32,4	0 41,8	90° 9' 19,0	90° 9' 0,8
	6 42	11 28,5	0 40,3		

\*) Das Heliotrop war sehr diffus und wankend.

Die Zahl der Beobachtungen in Dorpat ist größer als die in Kersel. Aus den Zeiten finden wir, daß nur ein Par reciproker Beobachtungen ganz gleichzeitig ist. Um daher mehr correspondirende Beobachtungen zu erhalten interpolire ich zwischen den Dorpater Beobachtungen für die Zeiten in Kersel. Hiemit ergibt sich folgendes:

1829	Wahre Dorpater Zeit.	In Dorpat z.	In Kersel z'.	$z + z'$	P	$\frac{z'-z}{2}$	$\gamma =$ Toisen.	Differenz vom Mittel.
5. Aug.	3U 49'	90° 4' 20,4	90° 11' 55,0	180° 16' 15,4	116,4	3' 47,3	+19,11	-0,08
	4 27	4 14,3	11 50,3	16 4,6	127,2	48,0	19,16	-0,03
	5 8	4 6,3	11 38,4	15 44,7	147,1	46,05	19,00	-0,19
	5 40	3 57,6	11 27,6	15 25,2	166,2	45,0	18,91	-0,28
	6 11	3 45,9	11 14,7	15 0,6	191,2	44,4	18,87	-0,32
	20 56	4 20,7	12 1,8	16 22,5	109,3	50,55	19,38	+0,19
	21 17	4 21,4	12 2,4	16 23,8	108,0	50,5	19,37	+0,18
	21 52	4 23,4	12 8,4	16 31,8	100,0	(52,5)	(19,54)	
6. Aug.	3 56	4 15,7	11 55,1	16 10,8	121,0	49,7	19,31	+0,12
	4 17	4 14,7	11 53,8	16 8,5	125,3	49,55	19,29	+0,10
	5 42	3 53,1	11 32,4	15 25,5	166,3	49,65	19,30	+0,11
	6 42	3 47,6	11 28,5	15 16,1	175,7	50,45	19,37	+0,18
Mittel							+19,188	

Die Entfernung Dorpat Thurm Mitte nach Kersel Signal ist 17338 Toisen. Hieraus folgt Entfernung Dorpat Verticalkreis nach Kersel Signal  $D = 17333$  Toisen,  $\log D = 4,2388737$ . Der Logarithmus des Krümmungshalbmesser für die mittlere Polhöhe zwischen Dorpat und Kersel  $58^\circ 33'$  und das Azimut  $337^\circ 38'$  ist 6,5151649, woraus sich  $C = 18' 11,8''$  findet.  $180^\circ 18' 11,8'' - (z + z')$  giebt die obigen P;  $D \cdot \left(\frac{z'-z}{2}\right) \cdot \sin 1''$  giebt die obigen  $\gamma$ , d. h. die Höhen von Kersel Signalschwelle über Dorpat Verticalachse. Bei dem Mittel ist die eine Beobachtung vom 5. August 21 Uhr 52' ausgeschlossen, weil das Heliotrop in Dorpat sehr wankend und diffus war, das beobachtete  $z'$  also kein Zutrauen verdient. Die Übereinstimmung der übrigen  $\gamma$  ist sehr genügend, indem sich aus 11 Bestimmungen der wahrscheinliche Fehler der Höhenbestimmung aus einem Par reciproker Beobachtungen  $= 0,128$  Toisen  $= 9,2$  Zoll ergibt, und also der w. F. des obigen Mittels aus 11 Bestimmungen  $= 0,038$  Toisen  $= 2,7$  Zoll beträgt.

Die Refractionen P dagegen zeigt eine bedeutende Veränderlichkeit, indem sie zwischen 100,0 und 191,2 liegt, also vom einfachen fast zum doppelten steigt. Der erste Blick zeigt aber schon, daß sie eine Function der Tageszeit ist. Ordnet

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

man die Werthe nach der Tageszeit von früh bis Abend, so ergiebt sich folgende Übersicht, in welcher P sowohl in Bogensecunden als in Theilen von C ausgedrückt ist.

5. August.	6. August.	P =
U	U	
20 56'		109,3 = 0,1001 C
21 17		107,8 = 0,0989 C
21 52		100,0 = 0,0916 C
3 49		116,4 = 0,1066 C
	3 56	121,0 = 0,1108 C
	4 17	123,3 = 0,1129 C
4 27		127,2 = 0,1165 C
5 8		147,1 = 0,1347 C
5 40		166,2 = 0,1522 C
	5 42	166,3 = 0,1523 C
6 11		191,2 = 0,1751 C
	6 42	175,7 = 0,1609 C

Anmerkung. Am 5ten war Sonnenschein, aber schwach wegen undurchsichtiger Luft, so dafs die Beobachtung der Zenithdistanzen nur durch die Heliotrope möglich war.

Am 6ten August war bis 4 Uhr 17' eine kurze Zeit Sonnenschein nach einem heftigen Regen; nachher war sehr durchsichtige Luft bei völlig bedecktem Himmel.

Man sieht, daß P einen desto kleinern Werth hat, je näher am Mittag, und daß es gegen den Sonnenuntergang, der um 8 Uhr 0' erfolgte, beständig zunimmt. Offenbar sind, mit Ausnahme der beiden spätesten Beobachtungen, die eine weit stärkere Zunahme der Refraction bei dem beständigen Sonnenschein am 5. August, als bei der am 6ten bedeckten Luft anzeigen, an beiden Tagen bei gleichen Zeiten sehr nahe gleiche Refractionen. Interpolirt man nemlich aus P für 3 Uhr 49' und 4 Uhr 27' die Werthe für 3 Uhr 56' und 4 Uhr 17', so ergeben sie sich 118,4 und 124,4, nur um 2,6 und 1,1 von der Beobachtung abweichend. Ebenso interpolirt man aus 4 Uhr 17' und 5 Uhr 42' für 4 Uhr 27", 5 Uhr 8' und 5 Uhr 40', so ergibt sich 128,4, 149,1 und 165,3 von der Beobachtung nur um 1,2, 2,0 und 0,9 entfernt.

Eine vollständigere Übersicht des Ganges der Refraction für Dorpat =  $\rho$  giebt die Betrachtung aller 28 in Dorpat beobachteten Zenithdistanzen. Unter Annahme von  $\gamma = 19,188$  Toisen ist  $\frac{z'-z}{2} = 3' 48'',24$  und die Zenithdistanz von Kersel Signal in Dorpat müßte  $\zeta = 90^\circ + \frac{1}{2} C - 3' 48'',24 = 90^\circ 5' 17'',7$  sein, wenn keine Refraction wäre.  $\zeta - z'$  giebt  $\rho$ , die jedesmalige partielle Refraction in Dorpat.

1829.	Wahre Zeit.	$\rho = \frac{1}{2} P.$	1829.	Wahre Zeit.	$\rho = \frac{1}{2} P.$
4. Aug.	U 23 11'	52,7 = 0,0483 C	6. Aug.	U 3 47'	61,5 = 0,0563 C
5. Aug.	3 33	54,3 = 0,0497 C		4 52	64,7 = 0,0593 C
	3 57	58,8 = 0,0539 C		5 10	68,5 = 0,0627 C
	4 16	61,8 = 0,0566 C		5 15	71,8 = 0,0658 C
	4 35	64,7 = 0,0593 C		5 30	78,1 = 0,0715 C
	5 2	68,7 = 0,0629 C		5 42	84,6 = 0,0775 C
	5 23	78,0 = 0,0714 C		5 53	85,7 = 0,0785 C
	5 51	81,7 = 0,0748 C		6 19	88,1 = 0,0807 C
	6 8	88,8 = 0,0813 C		6 30	92,1 = 0,0844 C
	6 33	113,9 = 0,1043 C		6 43	90,0 = 0,0824 C
	20 53	57,1 = 0,0523 C		7 0	92,5 = 0,0847 C
	21 14	56,3 = 0,0516 C		7 12	98,8 = 0,0905 C
	21 38	56,1 = 0,0514 C		7 26	104,0 = 0,0953 C
	22 7	52,5 = 0,0481 C		7 39	112,8 = 0,1033 C

Wir sehen an beiden Tagen bis 6 Uhr 8' einen sehr ähnlichen Gang der Refraction, dann aber am 5. August eine plötzliche starke Zunahme, die am 6ten erst eine Stunde später erfolgt.

Nimmt man an, daß von einem Punkte aus das Verhältniß von  $\rho$  zu C in demselben Augenblicke dasselbe für alle Richtungen und Entfernungen sei, so gewähren die in Kersel gleichzeitig beobachteten Zenithdistanzen von Sall u. s. w, jetzt auch die Bestimmung des Höhenunterschiedes dieser Punkte von Kersel und unter einander. Ist  $\sigma$  die Refraction für Dorpat, dessen Entfernung D, so wird man gleichzeitig  $\tau$  für einen andern Punkt, dessen Entfernung E ist, durch  $\tau = \sigma \cdot \frac{E}{D}$

haben. So erhalten wir nach der Tafel Seite 168 folgende Refractionen:

	5. August.				6. August.	
	U 3 49'	U 4 27'	U 5 40'	U 6 11'	U 5 42'	U 6 42'
Dorpat	58,2	63,6	83,1	95,6	83,1	87,9
Sall	54,8	59,9	78,3	90,2	78,3	82,7
Oberpahlen					75,7	
Arrohof					105,4	

Der Logarithmus der Entfernung in Toisen ist nemlich für Sall 4,2129648, für Oberpahlen 4,1984250 und für Arrohof 4,3419047, und die respectiven  $C = 17' 8'', 16' 34'', 7$  und  $23' 4'', 0$ . Unter Anwendung dieser Gröſsen erhält man nun aus den gleichzeitigen Zenithdistanzen folgende Höhenunterschiede von Kersel Signalschwelle:

	5. August.				6. August.		
	U 3 49'	U 4 27'	U 5 40'	U 6 11'	U 5 42'	U 6 42'	
Dorpat	-19,11	-19,16	-18,91	-18,87	-19,30	-19,37	Mittel -19,120 Tois.
Sall	+31,68	+31,88	+31,68	+31,92	+31,21	+30,98	- +31,558 -
Oberpahlen					- 9,13		
Arrohof					+ 2,94		
Sall—Drp.	+50,79	51,04	50,59	50,79	50,51	50,35	Mittel +50,678 -
Diff. v. Mittel	+ 0,11	+0,36	-0,09	+0,11	-0,17	-0,33	

Hiemit ist die Höhe von Sall Signalschwelle über Dorpat Verticalkreis aus 6 Bestimmungen im Mittel 50,678 Toisen oder 51,53 Toisen über Dorpat Schwelle des Vorhauses der Sternwarte. Der wahrscheinliche Fehler dieses Mittels ist 0,067 Toisen = 4,9 Zoll, der einzelnen Bestimmung 0,165 Toise = 11,9 Zoll. Die Entfernung von Dorpat nach Sall ist 33600 Toisen = 61 Werst, und Kersel liegt bis auf eine Werst gleich weit von beiden. Dies giebt der Höhenbestimmung zwischen Sall und Dorpat ein großes Gewicht, und macht sie sogar fast ganz unabhängig von der jedesmaligen Refraction. Bei dieser Berechnung ist die dritte Zenithdistanz von Sall verworfen, weil sie einen Sprung anzeigt, und vielleicht ein Versehen in ihr obwaltet.

Als ich am 6. August Kersel verließ, begab ich mich nach dem Gute Tabbifer, um ebenfalls durch reciproke gleichzeitige Zenithdistanzen den Höhenunterschied des mittleren Schornsteins auf Tabbifer und der Dorpater Sternwarte zu bestimmen. Die Beobachter in Dorpat waren dieselben. Ich gebe hier kurz die aus diesen Beobachtungen folgenden Refractionen. Die Entfernung von Tabbifer Schornstein bis Dorpat Verticalkreis ist 10315 Toisen,  $C = 10' 49'', 77$ .

1829.	Wahre Dor- pater Zeit.	P =
	U	
6. Aug.	19 35'	91,3 = 0,1438 C
	19 54	86,1 = 0,1326 C
	20 17	82,4 = 0,1268 C
	20 39	69,9 = 0,1076 C
7. Aug.	4 32	66,8 = 0,1027 C
	4 56	84,1 = 0,1295 C
	5 28	97,4 = 0,1490 C
	5 52	129,2 = 0,1989 C
	6 17	130,0 = 0,2001 C
	6 36	134,8 = 0,2075 C

Die tägliche Zunahme der Refraction gegen Sonnenuntergang ist hier wiederum deutlich, auch ist der Coefficient von C zur selben Tageszeit nahezu derselbe, wie zwischen Kersel und Dorpat an den vorhergehenden Tagen.

Schon im Jahre 1818 hatte ich eine Reihe von Beobachtungen über die Zenithdistanz des Schornsteins von Tabbifer angefangen, und diese so viel als möglich auf alle Tageszeiten durchs ganze Jahr ausgedehnt. Dieser Untersuchung verdankte ich die Kenntniss des Satzes, dafs die tägliche periodische Veränderung der Refraction eine weit gröfsere ist, als die jährliche, dafs aber in einer bestimmten Jahreszeit derselben Tageszeit in der Regel dieselbe Refraction entspricht, selbst unter anscheinend verschiedenen atmosphärischen Umständen, hellem Himmel oder bedeckter Luft. Nur in der Nähe des Sonnenunterganges ist die Refraktionszunahme bald stärker bald schwächer, während sie nach Sonnenaufgang am stärksten, aber sehr unregelmäfsig erscheint, und mitunter ins ungeheure steigt. So habe ich am 27. September 1818 um 19 Uhr 39' ein  $\rho = 369'' = 0,568 C$  beobachtet, welches also einem  $P = 1,136 C$  entspräche. Diese auferordentliche aufs zehnfache gesteigerte Refraction zeigte sich gleich nach Sonnenaufgang, und währte gegen 2 Stunden lang mit mäfsigen Schwankungen.

Es ergibt sich aus obigem, dafs zwar gleichzeitige reciproke Beobachtungen eine Genauigkeit für die Höhenbestimmung gewähren, die nichts zu wünschen übrig läfst, und ebenfalls gleichzeitige Zenithdistanzen zweier vom Standpuncte nahezu gleich entfernter Puncte für den Höhenunterschied dieser beiden; dafs aber aus ein-

seitigen Zenithdistanzen oder reciproken nicht gleichzeitigen die Höhenbestimmung nur mit großer Vorsicht und geringerer Sicherheit gefolgert werden kann. Offenbar giebt es keinen mittleren Werth von  $P$ , der bei allen Beobachtungen angewandt werden könnte, wenigstens kann dieser nur dann näherungsweise gültig sein, wenn alle in der Nähe von Sonnenaufgang und Untergang, so wie ganz nahe um Mittag liegenden Beobachtungen ausgeschlossen werden, und wenn man ihn nicht auf alle Jahreszeiten ausdehnt. Diese letzte Bedingung erfüllt sich bei unserer Messung fast von selbst, weil mit Ausnahme weniger Zenithdistanzen um die Basis, wo sehr kleine Entfernungen sind, alle Beobachtungen in den hohen Sommer fallen, und die meisten Zenithdistanzen dann etwa 3 bis 4 Stunden vor Mittag oder 4 bis 5 Stunden nach Mittag genommen sind. Schon die obigen Beobachtungen lassen vermuthen, daß für diese Zeiten  $P = 0,12C$ , also  $\rho = 0,06C$  nahezu gültig sein wird.

DeLambre giebt bekanntlich  $\rho = 0,084C$ , also  $P = 0,1680C$ , in der Base du système métrique, als das Resultat der französischen Messungen. Diesen Werth hatte ich Anfangs zum Grunde gelegt, und so alle Höhenunterschiede nach der Formel  $\gamma = D. (a + 0,416 C). \sin 1''$  berechnet. Die aus reciproken Beobachtungen gefolgerten  $\gamma$  gaben nun Gleichungen für  $P$ , und so erhielt ich den neuen Werth  $P = 0,12374C$ ,  $\rho = 0,0619C$ , und hiermit neue Werthe des Höhenunterschiedes durch  $\gamma' = D. (a + 0,4381C). \sin 1''$ . Zur Berechnung der  $C$  habe ich den mittleren Krümmungshalbmesser  $M$  für die Polhöhe  $58^\circ 18'$  angewandt. Dieser ergiebt sich aus  $M = (1 + \frac{1}{2} e^2 \cos^2 \varphi. . .). R'$ ; und da nach Walbeck  $\log R' = 6.5150358$ , so folgt  $\log M = 6,5154318$ ;  $\log C = \log D + 8,7989933$ . Siehe Seite 139. Das nachfolgende Schema enthält die Größen  $\gamma$  und  $\gamma'$ , nachdem alles durch die bei den Centrirungen im Tagebuche angegebenen verticalen Dimensionen auf bestimmte Höhen reducirt worden ist, auf die Oberflächen der Signalschwellen, oder die bei den Thürmen angezeigten Horizontalebene. Für die näher beim Untergange der Sonne belegenen Beobachtungen ist nur  $\gamma$  gegeben, weil für sie  $\rho = 0,084C$  richtiger ist als  $\rho = 0,062C$ . Die Folge der Standpunkte geht vom Meere aus nach Süden fort.



## BERECHNETE HÖHENUNTERSCHIEDE.

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Meeresfläche bei Kunda.

1	Malla Schornstein Mitte	1827 28. Mai 0,0 Uhr	+39,35	+39,37
2	Kunda Zeichen I. Tonne Mitte	— — — — —	+35,51	+35,52
3	Kunda Zeichen II. Tonne Mitte	— — — — —	+35,49	+35,50
4	Kunda Signal über den Streben	— — — — —	+31,33	+31,34

## Kunda Wohnhaus Fenster Mitte.

5	Halljall Thurmlucke Mitte	1827 24. Mai 6,6 —	+22,72	
6		— — — 7,0 —	+23,04	

## Hohenkreutz Signalschwelle.

7	Warresmäggi Signalschwelle	1827 30. Spt. 0,3 —	+17,38	+17,72
8		— — — 1,0 —	+17,26	+17,60
9	Kunda Fenster Mitte	— — — 0,3 —	— 8,92	— 8,70
10	Kunda Zeichen I. Tonne Mitte	— — — — —	— 5,20	— 4,98
11	Kunda Zeichen II. Tonne Mitte	— — — — —	— 5,17	— 4,95
12	Malla Wohnhaus Schornstein Mitte	— — — — —	— 1,49	— 1,31
13	Halljall Thurmlucke Mitte	— — — — —	+12,71	+13,66
14		— — — 1,0 —	+12,64	+13,59

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Halljall Thurmlucke Mitte.

15	Hohenkreutz Signalschwelle	1827 21. Mai 5,7 Uhr	—14,35	—13,39
16		— 23. — 5,9 —	—14,60	—13,64
17		— 26. — 6,4 —	—14,09	—13,13
18		— 23. — 7,2 —	—14,11	
19		— — — 7,5 —	—13,59	
20		— 29. — 7,3 —	—13,10	
21		— — — 7,6 —	—12,89	
22	Warresmäggi — — —	— 21. — 5,7 —	+ 3,63	+ 4,43
23		— 26. — 6,4 —	+ 3,81	+ 4,62
24	Lewala — — —	— 21. — 5,7 —	+14,34	+14,97
25		— 26. — 6,4 —	+14,59	+15,22
26	Kunda Fenster Mitte	— 23. — 7,2 —	—22,36	
27		— — — 7,5 —	—21,94	
28		— 29. — 7,3 —	—22,04	
29	Kunda Zeichen I. Tonne Mitte	— 23. — 7,2 —	—18,37	
30		— 29. — 7,5 —	—18,30	
31	Kunda Zeichen II. Tonne Mitte	— 23. — 7,2 —	—18,56	
32	Kunda Signal über den Streben	— 29. — 7,3 —	—22,73	

## Warresmäggi Signalschwelle.

33	Raeküll Signalschwelle.	1823 2. Aug. 5,5 Uhr	+11,36	+12,07
34		— 5. — 22,5 —	+10,57	+11,27
35		— 11. — 5,3 —	+11,42	+12,13
36	Lewala — — — —	— 2. — 5,5 —	+10,45	+10,92
37		— 5. — 22,8 —	+10,18	+10,65
38		— 11. — 5,3 —	+10,61	+11,08
39	Halljall Thurmlucke Mitte	— 2. — 5,5 —	— 4,73	— 3,92
40		— 5. — 22,5 —	— 4,51	— 3,70

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Warresmäggi Signalschwelle. Fortsetzung.

41	Halljall Thurmlucke Mitte	1823 5. Aug. 22,5 Uhr	— 4,92	— 4,11
42		— 11. — 5,3 —	— 4,74	— 3,93
43	Hohenkreutz Signalschwelle	— 2. — 5,5 —	— 18,42	— 18,08
44		— 5. — 22,5 —	— 18,52	— 18,18
45		— 11. — 5,3 —	— 18,57	— 18,03

## Lewala Signalschwelle.

46	Halljall Thurmlucke Mitte	1823 12. Aug. 20,4 —	— 15,99	— 15,36
47		— 13. — 4,5 —	— 16,66	— 16,03
48		— — — 6,2 —	— 14,74	
49	Warresmäggi Signalschwelle	— 12. — 20,4 —	— 11,70	— 11,23
50		— 13. — 4,5 —	— 12,18	— 11,71
51	Raeküll — — — —	— 12. — 20,4 —	+ 0,19	+ 0,46
52	Ebbafer — — — —	— 13. — 4,5 —	+ 5,83	+ 6,41
53		— — — 6,2 —	+ 6,75	

## Raeküll Signalschwelle.

54	Lewala Signalschwelle	1823 27. Aug. 22,3 —	— 1,88	— 1,61
55		— 28. — 19,3 —	— 1,85	— 1,58
56	Ebbafer — — — —	— 27. — 22,3 —	+ 4,88	+ 5,07
57		— 28. — 19,3 —	+ 4,88	+ 5,07

## Tammik Signalschwelle.

58	Marien Thurmlucke Brüstung	1823 17. Aug. 2,5 —	— 8,19	— 7,62
59		— 18. — 5,6 —	— 6,92	
60	Ebbafer Signalschwelle	— 17. — 2,5 —	+ 2,71	+ 3,07

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Tammik Signalschwelle. Fortsetzung.

61	Ebbafer Signalschwelle	1823 18. Aug. 5,6 Uhr	+ 3,39	
62	Raeküll — — — —	— 17. — 2,5 —	— 2,78	— 2,17
63		— 18. — 5,6 —	— 1,54	
64	Katko Endpunct	1827 6. Nov. 2,0 —	— 19,17	— 19,07
65	Woibifer Endpunct	— — — —	— 15,84	— 15,74

## Ebbafer Signalschwelle.

66	Tammik Signalschwelle	1823 29. Jul. 21,0 —	— 4,02	— 3,66
67		— 30. — 4,3 —	— 3,64	— 3,28
68	Raeküll — — — —	— 29. — 21,0 —	— 5,87	— 5,68
69		— 30. — 4,3 —	— 5,70	— 5,51
70	Sall — — — —	— 29. — 21,0 —	+ 9,14	+ 9,88
71		— 30. — 4,3 —	+ 9,55	+ 10,29
72	Lewala — — — —	— 29. — 21,0 —	— 7,69	— 7,11
73		— 30. — 4,3 —	— 7,50	— 6,92
74	Marien Thurmlucke Brüstung	— 29. — 21,0 —	— 11,61	— 10,97
75		— 30. — 4,0 —	— 11,76	— 11,12
76	Woibifer Endpunct	1827 19. Oct. 21,9 —	— 19,27	— 19,14

## Marien Magdalenen Brüstung der Thurmlucke.

77	Ebbafer Signalschwelle	1823 22. Jul. 7,6 —	+ 11,41	
78	Tammik — — — —	— — — —	+ 7,91	
79	Sall — — — —	— — — —	+ 21,73	

# HÖHENBESTIMMUNGEN.

177

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Katko Endpunct der Basis, Stein.

80	Tammik Signalschwelle	1827 21. Oct. 3,1 Uhr	+18,97	+19,07
81		— — — 4,6 —	+19,40	
82	Woibifer Endpunct	— — — 3,1 —	+ 3,07	+ 3,11

## Woibifer Endpunct der Basis, Stein.

83	Katko Endpunct	1827 3. Nov. 22,6 —	— 2,70	— 2,66
84	Tammik Signalschwelle	— — — 22,5 —	+16,07	+16,17
85	Ebbafer	— — — — —	+19,41	+19,54

## Sall Signalschwelle.

86	Marien Thurmlucke Brüstung	1823 1. Jul. 21,0 —	—22,02	—21,32
87		— 2. — 5,2 —	—21,47	—20,77
88		— — — 7,9 —	—21,74	
89	Ebbafer Signalschwelle	— — — 5,2 —	—11,42	—10,68
90		— — — 7,9 —	—10,76	
91	Oberpahlen Belvedere Fußboden	— — — 5,2 —	—42,90	—40,17
92	Kersel Signalschwelle	— — — — —	—52,62	—30,83

## Kersel Signalschwelle.

93	Arrohof Signalschwelle	1823 9. Juni 20,8 —	— 0,40	+ 2,84
94		— 10. — 20,0 —	— 0,80	+ 2,44
95		— 11. — 6,1 —	+ 2,50	
96	Oberpahlen Belvedere Fußboden	— 9. — 21,2 —	—11,86	—10,19
97		— 11. — 20,3 —	—11,51	— 9,84
98		— 20. — 20,6 —	—12,37	—10,70
99	Dorpat Sternwarte Schwelle	— 14. — 21,5 —	—23,52	—21,50

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Dorpat Sternwarte Schwelle

100	Kersel Signalschwelle	1825 21. Apr. 5,7 Uhr	+19,43	+21,45
101	Arrohof — — —	— — — 5,7 —	+23,60	+24,54

## Arrohof Signalschwelle.

102	Arrol Signalschwelle	1824 15. Mai 6,0 —	+47,65	+48,85
103		— — — 19,7 —	+47,53	+48,71
104	Annikatz — — —	— — — 6,0 —	+ 8,98	+11,74
105		— 16. — 5,2 —	+ 8,80	+11,56
106	Holstfershof — — —	— 15. — 6,0 —	+ 3,97	+ 6,55
107		— 16. — 5,2 —	+ 3,13	+ 5,71
108		— 17. — 19,5 —	+ 2,89	+ 5,47
109	Oberpahlen Belvedere Fußboden	— 17. — 19,5 —	—16,88	—12,81
110	Kersel Signalschwelle	— 15. — 6,0 —	— 5,28	— 2,04
111		— 16. — 5,2 —	— 6,58	— 3,34
112	Dorpat Sternwarte Schwelle	— 15. — 6,0 —	—24,95	—24,03
113		— — — 19,7 —	—24,99	—24,07

## Holstfershof Signalschwelle.

114	Oberpahlen Belvedere Fußboden	1822 3. Juni 19,7 —	—22,81	—19,58
115		— — — 19,9 —	—22,92	—19,69
116		— 4. — 4,0 —	—21,75	—18,52
117		1827 10. Juni 7,3 —	—16,55	
118		— — — 8,3 —	— 7,38	
119	Arrohof Signalschwelle	1822 3. Juni 21,3 —	— 7,61	— 5,03
120		— 4. — 3,4 —	— 7,42	— 4,84

# HÖHENBESTIMMUNGEN.

179

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Holstfershof Signalschwelle. Fortsetzung.

121	Arrohof Signalschwelle	1827 10. Juni 4,8 Uhr	— 6,94	— 4,36
122		— — — 7,3 —	— 5,23	
123	Arrol — — —	1822 3. Juni 21,5 —	+40,51	+44,05
124		— 4. — 3,6 —	+40,35	+43,87
125	Annikatz — — —	1827 10. Juni 4,8 —	+ 5,63	+ 6,14

## Annikatz Signalschwelle.

126	Arrol Signalschwelle	1822 8. Juni 20,5 —	+33,37	+35,56
127	Arrohof — — —	— 8. — 21,2 —	—15,89	—13,13
128		— 9. — 8,2 —	— 2,33	
129		— — — 8,4 —	— 0,31	
130	Holstfershof — — —	— 14. — 4,8 —	— 7,10	— 6,59
131		— — — 7,7 —	— 6,00	
132	Helmet Thurmknopf Mitte	— — — 4,8 —	— 5,37	— 4,80
133		— — — 7,7 —	— 3,88	
134	Helmet Thurmzimmer Fußboden	— — — 7,6 —	—12,48	

## Arrol Signalschwelle.

135	Lenard Signalschwelle	1824 11. Mai 23,0 —	+ 2,26	+ 2,36
136		— 12. — 5,5 —	+ 2,55	+ 2,65
137	Helmet Thurmzimmer Fußboden	— 12. — 5,5 —	—51,27	—49,99
138	Arrohof Signalschwelle	— 11. — 23 0 —	—50,35	—49,17
139		— 12. — 5,5 —	—49,47	—48,29

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Helmet Thurmzimmer Fußboden.

140	Hummelshof Signalschwelle	1827 16. Juni 6,3 Uhr	+ 6,90	
141	Lenard — — —	— — — 6,5 —	+52,38	
142	Annikatz — — —	— — — 6,3 —	+12,35	
143	Arrol — — —	— — — 6,6 —	+50,03	

## Lenard Signalschwelle.

144	OppekaIn Thürschwelle	1822 3. Jul. 20,0 —	+ 8,50	+14,50
145	Mariomäggi Signalschwelle	1822 29. Jun. 20,9 —	—47,81	—45,19
146		— 30. — 20,6 —	—47,42	—44,80
147		— 3. Jul. 20,5 —	—46,82	—44,20
148		1824 17. Aug. 4,5 —	—46,59	—43,97
149		— — — 5,0 —	—46,42	—43,80
150	Hummelshof — — —	1824 17. Aug. 4,5 —	—46,96	—46,02
151	Helmet Thurmzimmer Fußboden	1824 17. — 4,5 —	—54,09	—52,69
152	Arrol Signalschwelle	1822 30. Jun. 21,3 —	— 3,04	— 2,94
153		— 3. Jul. 20,9 —	— 3,02	— 2,92
154		1824 17. Aug. 4,5 —	— 2,89	— 2,79

## Hummelshof Signalschwelle.

155	Mariomäggi Signalschwelle	1822 24. Jun. 20,4 —	— 1,80	+ 0,41
156		— 25. — 19,3 —	— 1,66	+ 0,55
157	Helmet Thurmknopf Mitte	1827 18. Jun. 5,8 —	+ 0,90	+ 1,29
158	Lenard Signalschwelle	1827 18. — 5,8 —	+44,73	+45,67

Anmerkung. Mit der in Annikatz bestimmten Differenz zwischen Helmet Thurmknopf Mitte und Thurmzimmer Fußboden = 8,60, folgt für letzteren  $\gamma' = +1,29$   
 $- 8,60 = -7,31$ .



Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Mariomäggi Signalschwelle.

159	Hummelshof Signalschwelle	1822 7. Jul. 20,2 Uhr	— 4,26	— 2,05
160		— 10. — 7,6 —	+ 0,84	
161		— — — 7,7 —	+ 0,99	
162		— 11. — 5,8 —	— 1,86	+ 0,35
163	Oppekaln Thürschwelle	1822 11. Jul. 5,6 —	+55,59	+57,40
164		1824 11. Aug. 4,1 —	+55,52	+57,33
165	Lenard Signalschwelle	1824 11. Aug. 4,1 —	+42,37	+44,99
166	Palzmar — — —	1824 11. Aug. 4,1 —	— 1,46	— 0,52
167		— — — 4,4 —	— 1,40	— 0,46

## Oppekaln Thürschwelle des Thurms.

168	Kortenhof Signalschwelle	1824 6. Aug. 6,2 —	—30,40	
169		— — — 6,3 —	—30,33	
170	Mariomäggi — — —	— 6. — 6,2 —	—57,40	
171		— — — 6,5 —	—57,38	
172		— 7. — 4,0 —	—57,90	—56,09
173	Palzmar — — —	— 7. — 4,0 —	—59,88	—56,58
174	Lenard — — —	— 7. — 4,0 —	—15,74	— 9,74

## Palzmar Signalschwelle.

175	Mariomäggi Signalschwelle	1824 3. Jul. 22,5 —	— 0,80	+ 0,14
176	Oppekaln Thürschwelle	— 3. — 22,5 —	+54,00	+57,30
177	Ramkau Signalschwelle	— 3. — 22,5 —	+55,18	+56,98
178		— 4. — 4,7 —	+55,70	+57,50
179	Kortenhof — — —	— 4. — 4,7 —	+25,49	+28,24

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Kortenhof Signalschwelle.

180	Nessaulekalns Signalschwelle	1824 3. Aug. 4,3 Uhr	+50,96	+55,54
181	Ramkau — — —	— 1. — 4,6 —	+26,96	+29,76
182		— — — 4,9 —	+27,22	+30,02
183	Palzmar — — —	— 1. — 4,9 —	—28,51	—25,76
184	Oppekaln Thürschwelle	— 1. — 4,6 —	+28,19	+29,82

## Ramkau Signalschwelle.

185	Palzmar Signalschwelle	1824 9. Jul. 5,5 —	—58,40	—56,60
186		— — — 6,0 —	—58,63	—56,83
187		— — — 7,6 —	—54,10	
188		— 10. — 5,7 —	—56,68	—54,88
189		— — — 6,1 —	—56,08	
190	Kortenhof — — —	— 9. — 5,5 —	—31,00	—28,20
191		— — — 6,0 —	—31,49	—28,69
192		— — — 7,6 —	—26,53	
193		— 10. — 5,7 —	—29,25	—26,45
194	Nessaulekalns — — —	— 9. — 5,5 —	+24,35	+25,36
195		— 9. — 7,6 —	+26,12	
196		— 10. — 5,7 —	+25,39	+26,40
197	Elkakalns — — —	— 9. — 5,5 —	+10,82	+13,02
198		— 10. — 5,7 —	+13,77	+15,97

Anmerkung. Offenbar ist, daß am 10. Juli eine weit stärkere Refraction war als am 9ten um dieselbe Zeit. Am 9ten war Sonnenschein, am 10ten bedeckte Luft. Ich glaube, daß die Beobachtungen vom 10. Juli zu verwerfen sind, weil sie eine gar zu große Refraction geben, wenn man sie mit den reciproken verbindet.

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Nessaulekalns Signalschwelle.

199	Gaisakalns Signalschwelle	1824 12. Jul. 19,8 Uhr	+13,14	+13,65
200		— — — 20,5 —	+12,88	+13,39
201		— 14. — 18,5 —	+13,45	+13,96
202		— — — 20,3 —	+13,11	+13,62
203	Elkakalns — — —	— 14. — 18,6 —	—15,19	—12,56
204		— — — 19,4 —	—14,79	—12,16
205		— — — 20,1 —	—15,81	—13,18
206	Ramkau — — —	— 12. — 19,8 —	—27,09	—26,08
207		— — — 20,5 —	—27,25	—26,24
208		— 14. — 18,6 —	—26,49	—25,48
209		— — — 20,3 —	—26,85	—25,84
210	Kortenhof — — —	— 14. — 18,6 —	—57,68	—53,10
211		— — — 19,5 —	—57,78	—53,20

## Elkakalns Signalschwelle.

212	Ramkau Signalschwelle	1824 28. Jul. 5,2 —	—14,94	—12,74
213	Nessaulekalns — — —	— 28. — 5,2 —	+ 9,94	+12,57
214	Gaisakalns — — —	— 28. — 5,0 —	+24,40	+26,28
215	Sestukalns — — —	— 28. — 5,0 —	—23,92	—22,61

## Gaisakalns Signalschwelle.

216	Kreutzburg Punct C	1824 22. Jul. 19,6 —	—105,60	—102,71
217		— — — 20,3 —	—106,34	—103,45
218	Daborskalns Signalschwelle	— 23. — 3,5 —	— 81,47	— 79,20
219	Sestukalns — — —	— 22. — 19,6 —	— 49,85	— 49,15
220		— 23. — 3,5 —	— 49,94	— 49,24

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen.
---------	-----------------------	---------------------	----------------------

## Gaisakalns Signalschwelle. Fortsetzung.

221	Elkakalns	Signalschwelle	1824 22. Jul. 19,6 Uhr	— 28,51	— 26,63
222			— 23. — 3,5 —	— 29,00	— 27,12
223	Nessaulekalns	— — —	— 22. — 19,6 —	— 14,64	— 14,13
224			— 23. — 3,5 —	— 14,52	— 14,01
225			— — — 4,1 —	— 14,35	— 13,84

## Sestukalns Signalschwelle.

226	Elkakalns	Signalschwelle	1824 25. Jul. 6,9 —	+ 21,68	
227	Gaisakalns	— — —	— 25. — 6,9 —	+ 48,86	
228			— — — 20,5 —	+ 47,78	+ 48,58
229	Daborskalns	— — —	— 25. — 6,9 —	+ 30,62	
230			— — — 7,1 —	+ 30,69	

## Daborskalns Signalschwelle.

231	Sestukalns	Signalschwelle	1824 15. Jul. 19,6 —	+ 28,96	+ 30,42
232			— — — 20,5 —	+ 28,62	+ 30,08
233			— 17. — 6,8 —	+ 30,34	
234	Gaisakalns	— — —	— 15. — 19,6 —	+ 77,42	+ 79,69
235			— — — 20,0 —	+ 76,95	+ 79,22
236			— — — 20,5 —	+ 77,22	+ 79,49
237			— 17. — 6,8 —	+ 79,78	
238	Kreutzburg Absehen Mitte		— 17. — 6,8 —	— 23,20	
239	Kreutzburg KirchthurmknopfMt.		— 15. — 19,6 —	— 18,27	— 17,98
240			— — — 20,5 —	— 18,28	— 17,99

Anmerkung. Die Höhe des Absehen in Kreutzburg über dem Punct C fehlt. Sie war sehr nahe 0,5 Toisen, damit hat man für C  $\gamma' = -23,70$ .

Puncte.	Zeit der Beobachtung.	$\gamma$ in Toisen.	$\gamma'$ in Toisen
---------	-----------------------	---------------------	---------------------

## Kreutzburg Punct C.

241	Daborskalns Signalschwelle	1824 18. Jul. 21,5 Uhr	+ 23,53	+ 23,83
242		— — — 22,5 —	+ 23,56	+ 23,86
243	Gaisakalns — — —	— 20. — 5,0 —	+ 101,92	+ 104,81
244		— — — 6,3 —	+ 104,11	
245	Kreutzburg Kirchthurmknopf Mt.	— 18. — 21,5 —	+ 5,83	+ 5,83

## Jacobstadt Endpunct, Stein.

246	Daborskalns Signalschwelle	1826 11. Juni 6,2 —	+ 39,24	+ 39,57
247	Kreutzburg C	— 11. — 6,2 —	+ 15,59	+ 15,59

Anmerkung. Zu diesen Höhenunterschieden kommen noch die auf Seite 167 und 170 zwischen Kersel, Sall, Oberpahlen, Arrohof und Dorpat von Dorpat und Kersel aus bestimmten. Zu bemerken ist, daß in Oberpahlen gar keine Zenithdistanzen beobachtet sind. Die hieraus hervorgehende Lücke ist reichlich ergänzt durch die eben erwähnte Arbeit 1829 auf Kersel. Außerdem fehlen in Raeküll die Zenithdistanzen von Tammik und Warresmäggi, in Arrol die von Annikatz. In Hochland wurden keine Verticalwinkel beobachtet. Wären die Umstände daselbst für die irdische Messung günstiger gewesen: so hätten die Zenithdistanzen von Halljall und Hohenkreutz wegen der großen Entfernung interessantes über die Strahlenbrechung über Wasser lehren müssen.

Vergleicht man, nach Ausschluss der dem Untergange der Sonne innerhalb  $\frac{1}{2}$  der Dauer des halben Tagebogen naheliegenden Beobachtungen, die reciproken Werthe  $\gamma = \alpha$  und  $\gamma = \beta$ , wie sie mit  $P = 0,1680C$  berechnet sind, so findet man, daß ohne Ausnahme  $\alpha + \beta = \eta$ , anstatt 0 zu werden, eine negative Gröfse ist, woraus eine negative Correction des angenommenen Werthes von  $P$  folgt. Man setze diese  $dP = x.C$  und  $\eta : D.\sin 1'' = \theta$ , so haben wir aus jedem Par reciproker Höhen die Gleichung  $\theta - x.C = 0$ , und hiemit  $x = \theta : C$ . Um aus vielen Gleichungen den wahrscheinlichsten Werth von  $x$  zu bestimmen, muß das Gewicht der verschiedenen Gleichungen  $\theta - x.C = 0$  gefunden werden. Hier kommen sowohl die Fehler der Beobachtungen als die Veränderlichkeit der Refraction selbst

in Betracht. Wenn man die ersteren als klein gegen die letzteren vernachlässigt, so ist es am naturgemäsesten, den Gleichungen  $\theta - x.C$  Gewichte zu geben, die sich verkehrt wie C verhalten, d. h. den in Secunden ausgedrückten beobachteten Refractionen Fehler zuzuschreiben die der Quadratwurzel aus der Entfernung proportionirt sind. Hiernach giebt  $\Sigma \theta : \Sigma C$  den wahrscheinlichen Werth von x.

ÜBERSICHT DER IRDISCHEN STRAHLENBRECHUNG AUS DEN RECIPROKEN BEOBACHTUNGEN.

Reciproke Standpuncte.	$\alpha$ in Tois.	$\beta$ in Tois.	$\gamma$ in Tois.	$\theta$	C	x	$0,1680 + x$	Fehler.
Hallj. Hohk.	-14,35	+12,66	-1,69	-29,2	751,9	-0,03881	0,12919	+ 3,8
Hk. Warm.	+17,32	-18,44	-1,12	-32,4	449,1	-0,07209	0,09591	-12,5
Hlj. Warm.	+ 3,71	- 4,72	-1,01	-18,9	693,5	-0,02726	0,14074	+11,7
Warm. Lew.	+10,18	-11,94	-1,76	-43,5	525,4	-0,08277	0,08523	-20,3
Hlj. Lew.	+14,46	-16,33	-1,87	-40,0	607,3	-0,06584	0,10216	-14,1
Lew. Ebbaf.	+ 5,83	- 7,59	-1,76	-38,9	587,1	-0,06630	0,10170	-14,0
Ebf. Tamk.	- 3,83	+ 2,71	-1,12	-31,6	459,7	-0,06882	0,09918	-11,4
Ebf. Sall	+ 9,34	-11,42	-2,08	-40,8	662,8	-0,06148	0,10652	-11,6
Krsl. Dorp.	-16,81	+12,72	-4,09	-48,7	1091,4	-0,04458	0,12342	- 0,6
Krsl. Arroh.	- 0,60	- 6,58	-7,18	-67,4	1383,2	-0,04872	0,11928	- 6,3
Arh. Holstf.	+ 3,01	- 7,32	-4,31	-45,3	1235,3	-0,05667	0,13133	+ 9,1
Arh. Annik.	+ 8,80	-15,89	-7,09	-72,1	1276,2	-0,05653	0,11147	-15,8
Hlstf. Annk.	+ 5,63	- 7,10	-1,47	-34,9	546,5	-0,06391	0,10409	-10,8
Arh. Arrol	+47,53	-50,35	-2,82	-43,9	834,0	-0,05264	0,11536	- 7,1
Helmet Len.	+52,38	-54,09	-1,71	-24,5	907,5	-0,02695	0,14105	+15,4
Len. Humh.	-46,96	+44,73	-2,23	-38,9	744,9	-0,05219	0,11581	- 6,0
Len. Marm.	-47,16	+42,37	-4,79	-50,0	1244,7	-0,04014	0,12786	+ 5,0
Hmh. Marm.	- 1,73	- 4,26	-5,99	-68,1	1142,1	-0,05963	0,10837	-17,9
Len. Oppek.	+ 8,50	-15,74	-7,24	-49,9	1881,8	-0,02655	0,14145	+33,0
Marm. Opk.	+55,52	-57,90	-2,38	-29,9	1033,0	-0,02896	0,13904	+15,7
Mrm. Palzm.	- 0,80	- 1,43	-2,23	-38,9	743,5	-0,05238	0,11562	- 6,2
Opk. Palzm.	-59,88	+54,00	-5,88	-54,7	1395,1	-0,03923	0,12877	+ 6,8
Plzm. Krthf.	+25,49	-28,51	-3,02	-30,8	1273,9	-0,02416	0,14384	+25,5
Krtf. Ramk.	+27,09	-31,00	-3,91	-39,5	1286,2	-0,03069	0,13731	+16,9

Reciproke Standpuncte	$\alpha$ in Tois.	$\beta$ in Tois.	$\gamma$ in Tois.	$\theta$	C	x	$0,1680$ + x.	Fehler.
Palz. Ramk.	+ 55,44	— 58,40	— 2,96	— 37,3	1030,7	— 0,03618	0,13182	+ 8,2
Krt. Nesselk.	+ 50,96	— 57,73	— 6,77	— 53,4	1645,8	— 0,03245	0,13555	+ 18,7
Ramk. Ness.	+ 24,35	— 26,92	— 2,57	— 43,3	771,2	— 0,05610	0,11190	— 9,2
Ness. Elk.	— 15,26	+ 9,94	— 5,32	— 60,8	1246,2	— 0,04447	0,12553	— 0,3
Ramk. Elk.	+ 10,82	— 14,94	— 4,12	— 46,9	1139,7	— 0,04118	0,12682	+ 3,4
Ness. Gaisk.	+ 13,04	— 14,50	— 1,46	— 34,5	549,6	— 0,06276	0,10524	— 10,2
Elk. Gaisk.	+ 24,40	— 28,76	— 4,36	— 53,7	1054,5	— 0,05091	0,11709	— 7,3
Gsk. Sestuk.	— 49,90	+ 47,78	— 2,12	— 42,7	644,6	— 0,06624	0,10176	— 14,3
Gsk. Dahrk.	— 81,47	+ 77,20	— 4,27	— 48,0	1156,3	— 0,04146	0,12654	+ 3,0
Gsk. Krtzb.	— 105,97	+ 101,92	— 4,05	— 40,3	1305,7	— 0,03084	0,13716	+ 17,4

Die  $\Sigma \theta$  ist =  $-1473,7$ , die  $\Sigma C = 33300,4$ . Durch  $1473,7 : 33300,4$  erhält man für x den Werth 0,04426, und hiemit für die terrestrische Refraction den wahrscheinlichsten Werth  $P' = 0,12374C$ . Wie genau dieser den beobachteten Refractionen entspricht, zeigt die letzte Columnne des Schemas. Für diese Fehler ist die Form  $a = f\sqrt{D}$  angenommen. Man setze f den mittleren Fehler einer beobachteten Refraction für die Entfernung von 10000 Toisen, und die Werthe  $D : 10000$  nach einander = d, d' u. s. w., so erhalten wir aus allen Bestimmungen im Mittel  $f^2 = \frac{\Sigma a^2}{\Sigma d}$ . Auf diese Weise findet sich  $f = 10,74$ , und der w. F. einer Refraction P bei 10000 Toisen Entfernung =  $7,247$ , der w. F. einer Zenithdistanz bei 10000 Toisen Entfernung =  $5,124$ , bei der Entfernung D in Toisen aber =  $0,05124\sqrt{D}$ , hervorgehend aus der Unsicherheit der Refraction. Hieraus ergibt sich für eine Höhenbestimmung aus einseitiger Zenithdistanz der w. Fehler  $dh \approx 0,05124 \sin 1'' \cdot D^{\frac{1}{2}}$  in Toisen; also für:

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

D =	dh =
1000 Toisen	0,008 Toisen
5000 — —	0,089 — —
10000 — —	0,249 — —
15000 — —	0,457 — —
20000 — —	0,703 — —
25000 — —	0,983 — —
30000 — —	1,292 — —
35000 — —	1,627 — —
40000 — —	1,989 — —

Für das Mittel aus reciproken Beobachtungen wird dh mit  $\sqrt{2}$  dividirt.

HÖHEN ÜBER DER MEERESFLÄCHE AUS DEM COMPLEX DER  
BEOBACHTUNGEN.

Ich gehe jetzt zu den absoluten Höhen über der Meeresfläche. Um hier zu den sichersten Resultaten zu gelangen, kommt es auf eine zweckmäßige Auswahl und Combination sowohl reciproker Beobachtungen an, als von Höhenunterschieden zwischen zwei Puncten von einem mittleren nahezu gleich entfernten Standorte. Die Höhen: Zeichen I. = + 35,52 (2); Zeichen II. = + 35,50 (3); Malla Schornstein = + 39,37 (1); Kunda S. = + 34,34 (4) sind als absolut genau anzusehen wegen der geringen Entfernung vom Standpuncte am Meere. Das Endresultat ist im nachfolgenden für jeden Punct neben den Namen gesetzt. Die eingeklammerten Zahlen sind Nachweisungen, wo die einzelne Beobachtung im Verzeichniß der berechneten Höhen, Seite 173 bis 185 vorkommt.

## 1. Warresmäggī Signalschwelle. = 58,26 Toisen.

Von Hohenkreutz aus ist:

W = Zeichen I + 22,70 (7. 10) = Zeichen II + 22,67 (7. 11) = Malla + 19,03 (7. 12)

I =	+ 35,52	II =	+ 35,50	M =	+ 39,37
W =	+ 58,22	W =	+ 58,17	W =	+ 58,40



## 2. Halljall Thurmlücke Mitte = 54,20 Toisen.

Von Hohenkreutz aus ist:

$$H = \text{Zeichen I} + 18,64 \text{ (10. 13)} = \text{Zeichen II} + 18,61 \text{ (11. 13)} = \text{Malla} + 14,97 \text{ (12. 13)}$$

$$I = \quad \quad \quad + 35,52 \quad \quad \quad II = \quad \quad \quad + 35,50 \quad \quad \quad M = + 39,37$$

$$H = \quad \quad \quad + 54,16 \quad \quad \quad H = \quad \quad \quad + 54,11 \quad \quad \quad H = + 54,34$$

Anmerkung. Der Unterschied zwischen Warresmäggi und Halljall ist durch reciproke Beobachtungen

$$\text{in Warresmäggi } W = H + 3,91 \text{ (39. 40. 41. 42)}$$

$$\text{in Halljall } W = H + 4,52 \text{ (22. 23)}$$

$$\text{Mittel } W = H + 4,22$$

Die obigen Mittel geben

$$W = H + 4,06.$$

## 3. Hohenkreutz Signalschwelle = 40,30 Toisen.

Von Halljall aus ist:

$$H' = \text{Zeichen I} + 4,26 \text{ (18. 29)} = \text{Zeichen II} + 4,45 \text{ (18. 31)} = \text{Kunda S} + 9,63 \text{ (20. 32)}$$

$$I = \quad \quad \quad + 35,52 \quad \quad \quad II = \quad \quad \quad + 35,50 \quad \quad \quad K = + 31,34$$

$$H' = \quad \quad \quad + 39,78 \quad \quad \quad H' = \quad \quad \quad + 39,95 \quad \quad \quad H' = + 40,97$$

$$\text{Mittel } H' = + 40,23$$

$$\text{In Warresmäggi ist } H' = W - 18,10 \text{ (43. 44. 45)}$$

$$\text{— Hohenkreutz — } H' = W - 17,66 \text{ (7. 8.)}$$

$$\text{Mittel } H' = W - 17,88$$

$$W = \quad \quad \quad + 58,26$$

$$H' = \quad \quad \quad + 40,38$$

## 4. Lewala Signalschwelle = 69,52 Toisen.

$$\text{In Halljall ist } L = H + 15,09 \text{ (24. 25)}$$

$$\text{— Lewala — } L = H + 15,69 \text{ (46. 47)}$$

$$\text{Mittel } L = H + 15,39$$

$$H = \quad \quad \quad + 54,20$$

$$L = \quad \quad \quad + 69,59$$

$$\text{In Warresm. } L = W + 10,88 \text{ (36. 37. 38)}$$

$$\text{— Lewala } L = W + 11,47 \text{ (49. 50)}$$

$$\text{Mittel } L = W + 11,18$$

$$W = \quad \quad \quad + 58,26$$

$$L = \quad \quad \quad + 69,44$$

## 5. Raeküll Signalschwelle = 70,39 Toisen.

In Lewala ist $R = L + 0,46$ (51)	In Warresm. ist $R = W + 11,82$ (33. 34. 35)
— Raeküll — $R = L + 1,60$ (54. 55)	$W = + 58,26$
Mittel $R = L + 1,03$	$R = + 70,08$
$L = + 69,52$	
$R = + 70,55$	

Anmerkung. Das endliche Mittel ist hier so genommen, daß der reciproken Bestimmung von Lewala aus ein doppeltes Gewicht beigelegt ist.

## 6. Ebbafer Signalschwelle = 76,18 Toisen.

In Lewala ist $E = L + 6,41$ (52)	In Raeküll ist $E = R + 5,07$ (56. 57)
— Ebbafer — $E = L + 7,02$ (72. 73)	— Ebbafer — $E = R + 5,60$ (68. 69)
Mittel $E = L + 6,72$	Mittel $E = R + 5,33$
$L = + 69,52$	$R = + 70,39$
$E = + 76,24$	$E = + 75,72$

Mittel  $E = + 75,98$ .

Von Lewala aus ist  $E = \text{Warresmäggi} + 18,12$  (50 und 52)

$W =$	$+ 58,26$
$E =$	$+ 76,38$

## 7. Tammik Signalschwelle = 72,80 Toisen.

In Ebbafer ist $T = E - 3,47$ (66. 67)	In Tammik $T = \text{Raeküll} + 2,17$ (62)
— Tammik — $T = E - 3,07$ (60)	$R = + 70,39$
Mittel $T = E - 3,27$	$T = + 72,56$
$E = + 76,18$	
$T = + 72,91$	

Anmerkung. Das Mittel ist so genommen, daß der reciproken Bestimmung von Ebbafer aus ein doppeltes Gewicht gegeben ist.

## 8. Woibifer Endpunct der Grundlinie = 56,85 Toisen.

In Ebbafer ist  $W = E - 19,14$  (76)— Woibifer —  $W = E - 19,54$  (85)Mittel  $W = E - 19,34$  $E = + 76,18$  $W = + 56,84$ In Tammik ist  $W = T - 15,74$  (65)— Woibifer —  $W = T - 16,17$  (84)Mittel  $W = T - 15,95$  $T = + 72,80$  $W = + 56,85$ 

## 9. Katko Endpunct der Grundlinie = 53,85 Toisen.

In Tammik  $K = T - 19,07$  (64)— Katko  $K = T - 19,07$  (80)Mittel  $K = T - 19,07$  $T = + 72,80$  $K = + 53,73$ In Woibifer  $K = W - 2,66$  (83)— Katko  $K = W - 3,11$  (82)Mittel  $K = W - 2,88$  $W = + 56,85$  $K = + 53,97$ 

## 10. Marien - Magdalenen Brüstung der Thurm Luke = 65,16 Toisen.

In Ebbafer ist  $M = E - 11,04$  (74. 75) $E = + 76,18$  $M = + 65,14$ In Tammik ist  $M = T - 7,62$  (58) $T = + 72,80$  $M = + 65,18$ 

Anmerkung. Die reciproken Beobachtungen in Marien (77. 78) konnten nicht benutzt werden, weil sie zu nahe beim Sonnenuntergang liegen. Dagegen geben die Beobachtungen in Marien sehr gute Differenzen der Höhen der drei sichtbaren Punkte, die sehr nahe gleich weit entfernt liegen.

## 11. Sall Signalschwelle = 86,51 Toisen.

In Ebbafer ist  $S = E + 10,09$  (70. 71)— Sall —  $S = E + 10,68$  (89)Mittel  $S = E + 10,39$  $E = + 76,18$  $S = + 86,57$ In Sall ist  $S = \text{Marien} + 21,05$  (86. 87) $M = + 65,16$  $S = + 86,21$

In Marien als mittlerem Standpuncte findet sich:

$$\begin{array}{r|l} \text{Sall} = \text{Ebbafer} + 10,32 \text{ (77 und 79)} & = \text{Tammik} + 13,82 \text{ (78 und 79)} \\ \text{E} = + 76,18 & \text{T} = + 72,80 \\ \hline \text{S} = + 86,50 & \text{S} = + 86,62 \end{array}$$

Anmerkung. Mittel aus 4 Bestimmungen  $S = + 86,51$ , wobei der zweiten Bestimmung  $S = 86,21$  nur das halbe Gewicht gegeben ist.

12. Dorpat Schwelle der Sternwarte = 34,98 Toisen.

Die Arbeit in Kersel 1829 giebt  $D = \text{Sall} - 51,53$ . Siehe Seite 170.

$$\begin{array}{r} S = + 86,51 \\ \hline D = + 34,98 \end{array}$$

13. Kersel Signalschwelle = 55,02 Toisen.

Dieselbe Arbeit in Kersel und Dorpat giebt:

$$\begin{array}{r} K = D + 20,04. \text{ Siehe Seite 165 und 167.} \\ D = + 34,98 \\ \hline K = + 55,02 \end{array}$$

In Sall ist  $K = S - 30,83$  (92)

In Kersel—  $K = S - 31,68$  Seite 170. 5. Aug. 3 Uhr 49'

$$\begin{array}{r} \text{Mittel } K = S - 31,26 \\ S = + 86,51 \\ \hline K = + 55,25 \end{array}$$

Anmerkung. Diese letzte Bestimmung ist nur eine Bestätigung, die erste ist die bei weitem sichrere.

14. Oberpahlen, Fußboden des Belvedere = 45,97 Toisen.

Von Kersel 1829 ist Oberpahlen = Sall — 40,34. Siehe Seite 170.

$$\begin{array}{r} \text{Sall} = + 86,51 \\ \hline \text{Oberpahlen} = + 46,17 \end{array}$$

In Sall ist  $O = S - 40,17$  (91)

$$\begin{array}{r} S = + 86,51 \\ \hline O = + 46,34 \end{array}$$

In Kersel ist  $O = K - 10,24$  (96. 97. 98)

$$\begin{array}{r} K = + 55,02 \\ \hline O = + 44,78 \end{array}$$

Mittel  $O = + 45,56$ .

Anmerkung. Die erste Bestimmung 1829 ist die sichrere, weil die Refraction unmittelbar bestimmt war. Nimmt man das Mittel, so daß der ersten das doppelte Gewicht gegeben, so wird  $O = + 45,97$ .

## 15. Arrohof Signalschwelle = 58,54 Toisen.

In Kersel 1829 ist Arrohof = Sall — 28,27. Siehe Seite 170.

$$\begin{array}{rcl} \text{Sall} & = & + 86,51 \\ \text{Arrohof} & = & + 58,24 \end{array}$$

$$\text{In Kersel ist } A = K + 2,64 \text{ (93. 94)}$$

$$- \text{Arrohof} - A = K + 3,34 \text{ (111)}$$

$$\text{Mittel } A = K + 2,97$$

$$K = + 55,02$$

$$A = + 57,99$$

$$\text{In Dorpat ist } A = D + 24,54 \text{ (101)}$$

$$- \text{Arrohof} - A = D + 24,05 \text{ (112. 115)}$$

$$\text{Mittel } A = D + 24,30$$

$$D = + 34,98$$

$$A = + 59,28$$

$$\text{In Arrohof ist } A = \text{Oberpahlen} + 12,81 \text{ (109)}$$

$$O = + 45,97$$

$$A = + 58,78$$

Anmerkung. Das Mittel aus den 4 Bestimmungen ist  $A = + 58,54$ , wobei der letzten nur das halbe Gewicht gegeben ist.

## 16. Holstfershof Signalschwelle = 63,97 Toisen.

$$\text{In Arroh. ist } H = A + 5,59 \text{ (107. 108)}$$

$$- \text{Holstf.} - H = A + 4,74 \text{ (119. 120. 121)}$$

$$\text{Mittel } H = A + 5,17$$

$$A = + 58,54$$

$$H = + 63,71$$

$$\text{In Holstf. ist } H = \text{Obp.} + 19,26 \text{ (114—116)}$$

$$O = + 45,97$$

$$H = + 65,23$$

$$\text{Von Arrohof aus ist Holstfershof} = \text{Kersel} + 8,59 \text{ (106 und 110)}$$

$$\text{Kersel} = + 55,02$$

$$H = + 63,61$$

Anmerkung. Mittel aus 3 Bestimmungen  $H = + 63,97$ , wobei der zweiten nur das halbe Gewicht gegeben ist.

## 17. Annikatz Signalschwelle = 70,20 Toisen.

$$\text{In Holstf. ist } An. = H + 6,14 \text{ (125)}$$

$$- \text{Annik.} - An. = H + 6,59 \text{ (130)}$$

$$\text{Mittel } An. = H + 6,37$$

$$H = + 63,97$$

$$An. = + 70,34$$

$$\text{In Arroh. ist } An. = Ar. + 11,56 \text{ (105)}$$

$$- \text{Annik.} - An. = Ar. + 13,13 \text{ (127)}$$

$$\text{Mittel } An. = Ar. + 12,35$$

$$Ar. = + 58,54$$

$$An. = + 70,89$$

$$\begin{aligned}
 \text{Von Arrohof aus ist An.} &= \text{Kersel} + 13,78 \text{ (104 und 110)} \\
 &\quad + 14,90 \text{ (105 und 111)} \\
 \text{Mittel An.} &= \text{Kersel} + 14,34 \\
 \text{K} &= 55,02 \\
 \text{An.} &= + 69,36
 \end{aligned}$$

18. Arrol Signalschwelle = 107,63 Toisen.

$$\begin{aligned}
 \text{In Arrohof ist Arrol} &= \text{Arroh.} + 48,77 \text{ (102. 103)} \\
 - \text{Arrol} - \text{Arrol} &= \text{Arroh.} + 48,73 \text{ (138. 139)} \\
 \text{Mittel Arrol} &= \text{Arroh.} + 48,75 \\
 \text{Arroh.} &= + 58,54 \\
 \text{Arrol} &= 107,29 \\
 \text{Von Arroh. aus ist Arrol} &= \text{Dorpat} + 72,86 \text{ (102 und 112)} \\
 &\quad + 72,78 \text{ (103 und 113)} \\
 \text{Mittel} &+ 72,82 \\
 \text{Dorp.} &= + 34,98 \\
 \text{Arrol} &= + 107,80.
 \end{aligned}$$

Anmerkung 1. Gebe ich dieser letzten sehr günstigen Bestimmung das doppelte Gewicht: so ist im Mittel Arrol = + 107,63.

Anmerkung 2. Von Holstfershof aus ist gleichzeitig Arrol und Oberpahlen beobachtet (116 und 124); es folgt daraus  $A = O + 62,39$ , und mit  $O = 45,97$ , also  $A = + 108,36$ . Wegen der sehr großen Entfernungen, habe ich diese Bestimmung nicht mit ins Mittel gezogen, sondern ich sehe sie mehr als eine Bestätigung der Höhe von Oberpahlen an.

19. Helmet Fußboden des Thurmzimmers = 57,32 Toisen.

<p>In Annikatz folgt aus 132 und 133 eine Zunahme der Höhe von Helmet in 2,9 Stunden = 1,49 Toisen, folglich von 0,67 Toisen in 1,3 Stunden. Hiemit ist in Annik. <math>H = A - 13,05</math> (134 für 6,3 U.)</p> <p>— Helmet <math>H = A - 12,35</math> (142)</p> <p>Mittel <math>H = A - 12,70</math></p> <p><math>A = + 70,20</math></p> <p><math>H = + 57,50</math></p>	<p>In Arrol ist <math>H = A - 51,27</math> (137)</p> <p>— Helmet — <math>H = A - 50,03</math> (143)</p> <p>Mittel <math>H = A - 50,65</math></p> <p><math>A = 107,63</math></p> <p><math>H = + 56,98</math></p>
---	---

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Von Annikatz aus ist Helmet} & = & \text{Holstfershof} - 6,48 \text{ (131. 134)} \\
 \text{Holstfershof} & = & + 63,97 \\
 \text{H} & = & + 57,49
 \end{array}$$

20. Lenard Signalschwelle = 110,44 Toisen.

$  \begin{array}{rcl}  \text{In Arrol ist } L & = & A + 2,51 \text{ (135. 136)} \\  - \text{Lenard-} L & = & A + 2,88 \text{ (152 bis 154)} \\  \hline  \text{Mittel } L & = & A + 2,70 \\  A & = & +107,63 \\  \hline  L & = & +110,33  \end{array}  $	$  \begin{array}{rcl}  \text{In Helmet } L & = & H + 52,38 \text{ (141)} \\  - \text{Lenard } L & = & H + 54,09 \text{ (151)} \\  \hline  \text{Mittel } L & = & H + 53,23 \\  H & = & + 57,32 \\  \hline  L & = & +110,55  \end{array}  $
---	--

21. Hummelshof Signalschwelle = 64,65 Toisen.

$  \begin{array}{rcl}  \text{In Helm. Hu.} & = & \text{Hl.} + 6,90 \text{ (140)} \\  - \text{Hu.} & \text{Hu.} & = \text{Hl.} + 7,70 \text{ (157)} \\  \hline  \text{Mittel Hu.} & = & \text{Hl.} + 7,30 \\  \text{Hl.} & = & +57,32 \\  \hline  \text{Hu.} & = & +64,62  \end{array}  $	$  \begin{array}{rcl}  \text{In Lenard } H & = & L - 46,02 \text{ (150)} \\  - \text{Humh.} & H & = L - 45,67 \text{ (158)} \\  \hline  \text{Mittel } H & = & L - 45,85 \\  L & = & +110,44 \\  \hline  H & = & + 64,59  \end{array}  $
--	--

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Von Helmet aus ist Hummelshof} & = & \text{Annikatz} - 5,45 \text{ (140 und 142)} \\
 \text{Annikatz} & = & + 70,20 \\
 \text{Hummelshof} & = & + 64,75
 \end{array}$$

22. Mariomaggi Signalschwelle = 65,80 Toisen.

$  \begin{array}{rcl}  \text{In Lenard ist } M & = & L - 44,54 \text{ (145-148)} \\  - \text{Mariom.-} M & = & L - 44,99 \text{ (165)} \\  \hline  \text{Mittel } M & = & L - 44,76 \\  L & = & +110,44 \\  \hline  M & = & + 65,68  \end{array}  $	$  \begin{array}{rcl}  \text{In Humh. ist } M & = & H + 0,48 \text{ (155. 156)} \\  - \text{Mariom.-} M & = & H + 2,05 \text{ (159)} \\  \hline  \text{Mittel } M & = & H + 1,27 \\  H & = & + 64,65 \\  \hline  M & = & + 65,92  \end{array}  $
---	--

## 23. Oppekaln Thürschwelle = 122,37 Toisen.

In Mariom. ist $O = M + 57,36$ (163.164)	In Lenard ist $O = L + 14,50$ (144)
— Oppek. — $O = M + 56,09$ (172)	— Oppekaln — $O = L + 9,74$ (174)
Mittel $O = M + 56,73$	Mittel $O = L + 12,12$
$M = + 65,80$	$L = 110,44$
$O = 122,53$	$O = +122,56$

Von Mariomäggi aus ist Oppekaln = Lenard + 12,34 (164 und 165)

Lenard =	+110,44
O =	+122,78
und Oppekaln = Humh. + 57,05 (162 und 163)	
Hummelsh. =	+ 64,65
O	+121,70

Anmerkung. Die zweite Bestimmung ist die unsicherste, wegen der Entfernung von 30000 Toisen = 55 Werst. Das Mittel ist daher aus den 4 Bestimmungen so genommen, daß der zweiten nur das halbe Gewicht beigelegt war.

## 24. Palzmar Signalschwelle = + 65,46 Toisen.

In Mariom. ist $P = M - 0,49$ (166.167)	In Oppekaln ist $P = O - 56,58$ (173)
— Palzmar — $P = M - 0,14$ (175)	— Palzmar — $P = O - 57,30$ (176)
Mittel $P = M - 0,31$	Mittel $P = O - 56,94$
$M = + 65,80$	$O = +122,37$
$P = + 65,49$	$P = + 65,43$

## 25. Kortenhof Signalschwelle = + 92,60 Toisen.

In Oppek. ist $K = O - 30,36$ (168.169)	In Palzmar ist $K = P + 28,24$ (179)
— Kortenb. — $K = O - 29,82$ (184)	— Kortenb. — $K = P + 25,76$ (183)
Mittel $K = O - 30,09$	Mittel $K = P + 27,00$
$O = +122,37$	$P = + 65,46$
$K = + 92,28$	$K = + 92,46$



Von Oppekaln aus ist Kortenhof = Mariomäggi + 27,0 (168 und 170)

+ 27,05 (169 und 171)

Mittel + 27,03

Mariomäggi = + 65,80

Kortenhof = + 92,83

Anmerkung. Giebt man der letzten Bestimmung doppeltes Gewicht: so wird im Mittel  
K = + 92,60.

26. Ramkau Signalschwelle = 121,82 Toisen.

In Palzmar ist R = P + 57,50 (178)

— Ramkau — R = P + 56,60 (185)

Mittel R = P + 57,05

P = + 65,46

R = + 122,51

In Kortenh. ist R = K + 30,02 (182)

— Ramkau — R = K + 28,20 (190)

Mittel R = K + 29,11

K = + 92,60

R = + 121,71

Von Kortenhof aus ist Ramkau = Palzmar + 55,78 (182 und 183)

Palzmar = + 65,46

Ramkau = + 121,24

27. Nessaulekalns Signalschwelle = 147,16 Toisen.

In Ramk. ist N = R + 25,36 (194)

— Ness. — N = R + 25,91 (206—209)

Mittel N = R + 25,63

R = + 121,82

N = + 147,45

In Kortenh. ist N = K + 55,54 (180)

— Nessaule. — N = K + 53,15 (210. 211)

Mittel N = K + 54,35

K = + 92,60

N = + 146,95

Von Ramkau aus ist Nessaulekalns = Palzmar + 81,96 (185 und 194)

und + 81,28 (188 und 196)

Mittel = + 81,62

Palzmar = + 65,46

Nessaulekalns = + 147,08

## 28. Elkakalns Signalschwelle = 134,99 Toisen.

In Ramk. ist $E = R + 13,02$ (197)	In Ness. ist $E = N - 12,63$ (203 bis 205)
— Elk. — $E = R + 12,74$ (212)	— Elk. — $E = N - 12,57$ (213)
Mittel $E = R + 12,88$	Mittel $E = N - 12,60$
$R = +121,82$	$N = +147,16$
$E = +134,70$	$E = +134,56$

Von Ramkau aus ist Elkakalns = Palzmar + 69,62 (185 und 197)  
+ 70,85 (188 und 198)

$$\begin{aligned} \text{Mittel } E &= P + 70,24 \\ P &= +65,46 \\ E &= +135,70 \end{aligned}$$

## 29. Gaisakalns Signalschwelle = 161,23 Toisen.

In Ness. ist $G = N + 13,66$ (199 bis 202)	In Elkak. ist $G = E + 26,28$ (214)
— Gais. — $G = N + 13,99$ (223 — 225)	— Gaisk. — $G = E + 26,88$ (221. 222)
Mittel $G = N + 13,82$	Mittel $G = E + 26,58$
$N = +147,16$	$E = +134,99$
$G = +160,98$	$G = +161,57$

Von Nessaulekalns aus ist  $G = \text{Ramkau} + 39,73$  (199 und 206)  
39,63 (200 — 207)  
39,44 (201 — 208)  
39,46 (202 — 209)

$$\begin{aligned} \text{Mittel } G &= \text{Ramkau} + 39,57 \\ R &= +121,82 \\ N &= +161,39 \end{aligned}$$

Von Elkakalns aus ist  $G = \text{Ramkau} + 39,02$  (212 und 214)

$$\begin{aligned} R &= +121,82 \\ N &= +160,84 \end{aligned}$$

Anmerkung. Nimmt man das Mittel, indem man der dritten Bestimmung das doppelte Gewicht giebt: so ist  $N = +161,23$ .

## 30. Sestukalns Signalschwelle = 112,29 Toisen.

In Elkak. ist $S = E - 22,61$ (215)	In Gaisak. ist $S = G - 49,19$ (219. 220)
— Sestuk. — $S = E - 21,68$ (226)	— Sestuk. — $S = G - 48,58$ (228)
Mittel $S = E - 22,15$	Mittel $S = G - 48,88$
$E = +134,99$	$G = +161,23$
$S = +112,84$	$S = +112,35$

Von Gaisakalns ist Sestukalns = Nessaulekalns — 35,02 (219 und 223)

$$\begin{aligned}
 & \quad \quad \quad - 35,23 \text{ (220 und 224)} \\
 \text{Mittel} &= - 35,13 \\
 N &= +147,16 \\
 S &= +112,03
 \end{aligned}$$

Von Elkakalns aus ist Sestukalns = Ramkau — 9,87 (212 und 215)

$$\begin{aligned}
 \text{Ramkau} &= +121,82 \\
 S &= +111,95
 \end{aligned}$$

## 31. Daborskalns Signalschwelle = 82,17 Toisen.

In Gaisk. ist $D = G - 79,20$ (218)	In Sestuk. ist $D = S - 30,62$ (229)
— Dabrsk. — $D = G - 79,47$ (234—236)	— Dabrsk. — $D = S - 30,34$ (233)
Mittel $D = G - 79,33$	Mittel $D = S - 30,48$
$G = +161,23$	$S = +112,29$
$D = + 81,90$	$D = + 81,81$

Von Sestukalns aus ist Daborskalns = Elkakalns — 52,30 (226 und 229)

Von Gaisakalns — — — — — = Elkakalns — 52,08 (218 und 222)

$$\begin{aligned}
 \text{Mittel} &= - 52,19 \\
 E &= +134,99 \\
 D &= + 82,80
 \end{aligned}$$

## 32. Kreutzburg Schlofsthurm Punct C = 58,18 Toisen.

In Gais. ist $K = G - 103,08$ (216. 217)	In Dab. ist $K = D - 23,82$ (239. 240. 245)
— Krtzb. — $K = G - 104,81$ (243)	— Krtz. — $K = D - 23,84$ (241. 242)
Mittel $K = G - 103,95$	Mittel $K = D - 23,83$
$G = + 161,23$	$D = + 82,17$
$K = + 57,28$	$K = - 58,34$

Von Gaisakalns aus ist Kreutzburg = Elkakalns — 76,08 (216 und 221)

$$\begin{array}{rcl} E & = & +134,99 \\ K & = & + 58,91 \end{array}$$

## 33. Jacobstadt Endpunct Stein = 42,60 Toisen.

In Jacobs. ist $J = Dab. - 39,57$ (246)	$J = Kreutzburg - 15,59$ (247)
$D = + 82,17$	$K = + 58,18$
$J = + 42,60$	$J = + 42,59$

Wenn im vorstehenden die Resultate aus dem ganzen Material der Höhenunterschiede gezogen sind: so läßt sich auch der Versuch machen, die Höhenunterschiede zweier Puncte immer nur von einem dritten Puncte bestimmt in Anwendung zu bringen, und so mit einer geringen Zahl günstiger Beobachtungen bis zu den südlichsten Höhen aufzusteigen. Ich gebe hier zwei solche Folgen, wovon jede gänzlich unabhängig von der andern ist, indem sie gar keine Beobachtung gemeinschaftlich haben.

**HÖHEN ÜBER DER MEERESFLÄCHE DURCH UNTERSCHIEDE VON MITT-  
LEREN STATIONEN BESTIMMT.**

Erste Folge.	Tois.	Zweite Folge.	Tois.
$\frac{\text{Zeichen I} + \text{Z. II} + \text{Ml.}}{3} = A = + 36,80$		$\frac{\text{Zch. I} + \text{Z. II} + \text{Knd. S}}{3} = B = + 34,12$	
In Hk. (7 u. 10. 11. 12.) W—A = + 21,47		In Hjl. (18 u. 29. 31. 32) H—B = + 6,11	
Warresmäggi = + 58,27		Hohenkreutz = + 40,23	
In Lewala (50 u. 52) E—W = + 18,12		In Warm. (36. 43. 37. 44, L—H = + 28,98	
Ebbafer = + 76,39		38. 45) Lewala = + 69,21	
In Marien (77 u. 79) S—E = + 10,32		In Ebbafer (70. 72. 71. 73) S—L = + 17,10	
Sall = + 86,71		Sall = + 86,31	
In Kersel (Seite 170) D—S = — 51,53		In Kersel (Seite 170) A—S = — 28,27	
Dorpat = + 35,18		Arrohof = + 58,04	
In Arh. (102. 112, 103. 113) A—D = + 72,82		In Arrol (137 u. 139) H—A = — 1,70	
Arrol = + 108,00		Helmet = + 56,34	
In Helmet (141 u. 143) L—A = + 2,35		In Lenard (148 u. 151) M—H = + 8,72	
Lenard = + 110,35		Mariomäggi = + 65,06	
In Mariom. (164 u. 165) O—L = + 12,34		In Opk. (168. 170, 169. 171) K—M = + 27,02	
Oppekahn = + 122,69		Kortenhof = + 92,08	
In Plzm. (176 u. 177) R—O = — 0,32		In Rmk. (190. 197, 193. 198) E—K = + 41,82	
— Kort. (181 u. 184) - - - = — 0,06		Elkakalns = + 133,90	
Ramkau = + 122,50			
In Nesk. (199. 206, 200. 207,			
201. 208, 202. 209) G—R = + 39,57		In Gaisak. (218 u. 222) D—E = — 52,08	
Gaisakalns = + 162,07		Daborskalns = + 81,82	
In Sestukalns (227 u. 229) D—G = — 79,48			
Daborskalns = + 82,59			

Im nachfolgenden ist die Hauptbestimmung aus dem Complexe aller Beobachtungen mit den eben vorstehenden zusammengestellt, auch ist die Reduction von der Signalschwelle auf den Erdboden beigelegt, wodurch sich die Höhen der Bergspitzen, überhaupt des Terrains der Standpuncte, ergeben.

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

## Zusammenstellung der Höhen über der Meeresfläche.

	Standpunkte.	Hauptbe- stimmung.	Aus mittleren Stationen.		Reduc- tion.
			Folge I.	Folge II.	
		Toisen.	Toisen.	Toisen.	Toisen.
1	Hohenkreutz Signalschwelle	40,30		40,23	— 0,57
2	Halljall Thurmluke Mitte	54,20			— 15,89
3	Warresmäggi Signalschwelle	58,26	58,27		— 0,55
4	Lewala — — —	69,52		69,21	— 0,63
5	Baeküll — — —	70,39			— 0,50
6	Ebbafer — — —	76,18	76,39		— 0,57
7	Tammik — — —	72,80			— 0,56
8	Woibifer Basisende	56,85			
9	Katko — —	53,85			
10	Marien-Magd. Thurmluke Brüstung	65,16			— 14,67
11	Sall Signalschwelle	86,51	86,71	86,31	— 0,56
12	Oberpahlen Belv. Fußboden	45,97			— 14,17
13	Kersel Signalschwelle	55,02			
14	Dorpat Sternwarte Schwelle	34,98	35,18		0,00
15	Arrohof Signalschwelle	58,54		58,04	— 0,50
16	Holstfershof — — —	63,97			— 0,42
17	Annikatz — — —	70,20			— 0,42
18	Arrol — — —	107,63	108,00		— 0,57
19	Helmet Thurmmzimmer Fußboden	57,32		56,34	
20	Lenard Signalschwelle	110,44	110,35		— 0,50
21	Hummelshof — — —	64,65			— 0,42
22	Mariomäggi — — —	65,80		65,06	— 0,39
23	Oppekaln Thürschwelle	122,37	122,69		0,00
24	Palzmar Signalschwelle	65,46			— 0,33
25	Kortenhof — — —	92,60		92,08	— 0,42
26	Ramkau — — —	121,82	122,50		— 0,50
27	Nessaulekalns — — —	147,16			— 0,47
28	Elkakalns — — —	134,99		133,90	— 0,33
29	Gaisakalns — — —	161,23	162,07		— 0,46
30	Sestukalns — — —	112,29			— 0,50
31	Daborskalns — — —	82,17	82,59	81,82	— 0,44
32	Kreutzburg Schloßthurm Punct C	58,18			
33	Jacobstadt Endpunct	42,60			

Anmerkung. Die Signale standen immer auf den höchsten Puncten des Terrains, mit Ausnahme von Kersel Signal.

Die wichtigsten Resultate dieser Untersuchung sind die Höhe der Dorpater Sternwarte, die mit der Schwelle der Hauptthür 35,0 Toisen über der Meeresfläche liegt, und die mittlere Höhe unserer Grundlinie = 55,35 Toisen, als arithmetisches Mittel von Woibifer Endpunct = 56,85 und Katko Endpunct = 53,85. In Bezug auf die Höhe der Dorpater Sternwarte erwähne ich, daß ich schon im Jahre 1818 dieselbe aus einer vom Rigaschen Meerbusen ausgehenden trigonometrischen Bestimmung = 34,76 Toisen gefunden hatte, bis auf 0,22 Toisen identisch mit der obigen. Ich glaube daher, daß diese Höhe für sicher bis auf einen kleinen Bruch der Toise angesehen werden kann. Ein anderes Resultat ist der mittlere Werth der irdischen Strahlenbrechung  $P = 0,12374C$ , der sehr nahe mit dem von Gaußs gegebenen Werthe  $P = 0,1306C$ , Berliner Ephem. 1826, übereinstimmt. Da ich bei der Bestimmung dieser Gröfse die dem Untergange der Sonne bis auf  $\frac{1}{3}$  des halben Tagebogen nahe liegenden Beobachtungen ausgeschlossen habe, da aber auch nur sehr wenig Beobachtungen nahe am Mittage liegen: so ist diese Constante als geltend anzusehen für die Mitte der Zeit zwischen Mittag und Sonnenuntergang in den Sommermonaten Mai, Juni, Juli und August; und auch nahezu geltend für eine Tageszeit, die in der Mitte zwischen dem Aufgang der Sonne und Mittag liegt. Die erstere Zeit ist entschieden die günstigste für trigonometrische Höhenbestimmungen; sie geht der Zeit des Anfangs der günstigen Bilder zunächst voraus. Vergleiche Seite 87 und 88. Das Minimum der Refraction wird sehr nahezu mit dem wahren Mittage zusammenfallen, und für diesen mögte  $P = 0,095C$  ein genäherter Werth für dieselben Monate sein. Siehe Seite 169. Von der starken Zunahme der Refraction gegen Sonnenuntergang giebt unsere Arbeit vielfache Belege. Bei der grofsen Sicherheit, den der Complex der Beobachtungen für die Höhenbestimmungen, zumal durch Benutzung der mittleren Standpuncte, gewährt hat, kann man jetzt die Unterschiede der Höhen =  $\delta$ , nach der Tafel auf Seite 202, als richtig bekannt ansehen, und für die dem Sonnenuntergange nahen Beobachtungen, durch Vergleichung mit den unter Annahme von  $\varrho = 0,084 C$ , Seite 173 bis 185, berechneten  $\gamma$ , die jedesmaligen wahren Werthe der Refraction  $\varrho' = (0,084 + \gamma) C$  berechnen. Da nemlich

$$\gamma = D. (a + \frac{1}{2} C - \varrho). \sin 1'' \text{ und } \delta = D. (a + \frac{1}{2} C - \varrho'). \sin 1'': \text{so wird}$$

$$\varrho' - \varrho = \gamma. C = (\gamma - \delta): D. \sin 1''; \text{ folglich } \gamma = \frac{\gamma - \delta}{C \cdot D \sin 1''} = \frac{(\gamma - \delta) \cdot R}{D^2}.$$

Ich lasse jetzt hier für die gröfseren Entfernungen die so gefundenen stärkeren Refractionen folgen.

## HÖHENBESTIMMUNGEN.

## Refractionen gegen Sonnenuntergang.

117.	1827	10. Juni	7,3	Uhr,	$\rho' = 0,0939C$
122.	—	—	7,3	—	$\rho' = 0,0857C$
118.	—	—	8,3	—	$\rho' = 0,1564C$
128.	1822	9.	8,2	—	$\rho' = 0,1584C$
129.	—	—	8,4	—	$\rho' = 0,1744C$
131.	—	14.	7,7	—	$\rho' = 0,0936C$
160.	—	10. Juli	7,6	—	$\rho' = 0,1038C$
161.	—	—	7,7	—	$\rho' = 0,1053C$
187.	1824	9.	7,6	—	$\rho' = 0,1116C$
192.	—	—	—	—	$\rho' = 0,1051C$
195.	—	—	—	—	$\rho' = 0,1010C$

Diese Beobachtungen sind um den längsten Tag herum gemacht; sie zeigen eine Zunahme der Strahlenbrechung bis  $\rho' = 0,18C$  in der Nähe des Unterganges der Sonne, also bis nahe zum 4fachen des Werthes derselben um Mittag von  $0,048C$ . Um über den Gang noch eine etwas nähere Auskunft zu erhalten, habe ich noch mehrere  $\delta$  und  $\gamma$  verglichen für die Monate Junius und Julius, in welchen die Beobachtungen am zahlreichsten sind. So geben 40 Bestimmungen im Mittel für 20,20 Uhr  $\rho' = 0,0570C$ ; 27 Beobachtungen für 5,94 Uhr  $\rho' = 0,0728C$ , so daß wir für die zwei dem Solstitio zunächst liegenden Monate und eine Polhöhe von  $58^\circ$  für die Refraction folgende Werthe annehmen können:

Um 20,2	Uhr	$\rho' = 0,0570C$	$P = 0,1140C$
— 0,0	—	$\rho' = 0,0475C$	$P = 0,0950C$
— 4,4	—	$\rho' = 0,0619C$	$P = 0,1237C$
— 5,94	—	$\rho' = 0,0728C$	$P = 0,1456C$
— 7,55	—	$\rho' = 0,1000C$	$P = 0,2000C$
— 8,3	—	$\rho' = 0,1631C$	$P = 0,3262C$

Hierdurch läßt sich ein bedeutender Theil der täglichen Refractionscurve für diese Jahrszeit verzeichnen. Ein vollständiges Material würde sie in mehreren Puncten geben, und den vormittägigen Arm weiter verfolgen lassen, in welchem sich um Sonnenaufgang große Unregelmäßigkeiten finden werden. Es würde ähnliche Curven für alle Jahreszeiten bestimmen, und das Gesetz des jährlichen Wechsels für eine bestimmte Tageszeit, für den Mittag, also die jährliche Curve der mittäglichen Refractionen geben. Daß ein Minimum der irdischen Strahlenbrechung dem wahren Mittag entspricht, ist klar. Aber welchen Gang nimmt sie bei Nacht? Giebt es hier ein Mini-



num für eine ebenso bestimmte Zeit? Die Entscheidung hierüber ist auch dem Astronomen wichtig, denn auch die astronomische Horizontalrefraction, von der die irdische als ein Theil angesehen werden kann, wird eine Periode haben, die, nachdem der Wechsel der Temperatur abgerechnet ist, noch von der Tageszeit abhängt.

Zum Schlufs unserer Höhenbestimmungen, gehe ich hier noch eine Vergleichung der barometrischen Messung zwischen dem Meere und Kunda mit der trigonometrischen. Nach dem Tagebuch, Seite 254, ist die constante Differenz der Ablesungen an beiden Barometern 0,121 Lin., so dafs  $I = II - 0,121$ . Reducirt man mit dieser alle Ablesungen von II auf I und nimmt die Mittel aus jeder Reihe, so erhält man folgendes:

Oben.		Unten.	
Barom.	Therm.	Barom.	Therm.
1) 332,657	+ 14,00	335,080	+ 12,43
2) 332,341	+ 14,33	334,668	+ 12,73
3) 332,949	+ 14,23	335,348	+ 14,77
4) 333,339	+ 14,53	335,661	+ 12,74
5) 334,949	+ 14,00	337,203	+ 12,01
6) 335,128	+ 14,37	337,446	+ 11,44

Das Thermometer gilt für die Luft und das Quecksilber zugleich. Hierdurch erhält man folgende Höhenunterschiede der beiden Barometer:

	Diff. v. Mittel.
1. 33,21 Toisen	+ 1,10
2. 32,14 — —	+ 0,03
3. 30,96 — —	— 1,41
4. 32,07 — —	— 0,40
5. 31,24 — —	— 0,87
6. 33,01 — —	+ 0,90
Mittel 32,11	
Reduction + 0,86	
Höhe von Kunda Fenster	
Mitte über dem Meere =	32,97 Toisen = K.

Der Höhenunterschied von Kunda Fenster Mitte und Halljall ist drei Mal bestimmt worden, wie folgt.

In Halljall ist  $H = K + 22,11$  (26. 27. 28.)

— Kunda —  $H = K + 22,86$  (5. 6.)

Mittel  $H = K + 22,48$

Von Hohenkreutz aus ist  $H = K + 22,36$  (9. 13)

Endliches Mittel  $H = K + 22,42$

Aber  $H = + 54,20$

giebt  $K = + 31,78$  Toisen.

Die barometrische Bestimmung weicht also von der trigonometrischen 1,19 Toise ab, ohnerachtet für erstere der wahrscheinliche Fehler nur 0,25 Toise ist, und die letztere offenbar, nach Seite 188, nur eine Unsicherheit eines kleinen Bruchs der Toise haben kann, also nach der Sicherheit der Bestimmungen nur ein Unterschied der beiden Resultate von etwa 0,3 bis höchstens 0,4 Toise zu erwarten gewesen wäre. Da die constanten Fehler aus den Instrumenten völlig eliminirt sind: so müssen wir locale Einflüsse auf die Barometerhöhe annehmen.

## BERECHNUNG DER ASTRONOMISCHEN BEOBACHTUNGEN.

Der Zweck aller astronomischen Beobachtungen der Gradmessung ist die Bestimmung der Polhöhen der drei Hauptpunkte, der zwischenliegenden Amplituden und der Azimute eines von jedem aus sichtbaren nächsten Dreieckspunctes. Die Berechnung dieser Gröfsen setzt fast in allen Fällen die Kenntnifs der absoluten Zeit voraus, theils um durch die Stundenwinkel die aufer dem Meridiane beobachteten Zenithdistanzen auf die beim Durchgange stattfindenden zu bringen, theils um für die Azimute durch den Polarstern die Horizontalabstände vom Sterne auf die vom Meridian selbst zu führen, drittens um die Lage des vom Mittagsrohr von Ost nach West beschriebenen gröfsten Kreises zu ermitteln, u. s. w. Alle Rechnungen brauchen als erstes Element die absoluten Örter der angewandten Gestirne, und wenn sie sich auf Zenithdistanzen beziehen die Kenntnifs der wahren Refraction, wenn gleich diese Elemente aus den Endresultaten oft gänzlich, oft zum Theil wieder verschwinden. Die Declinationen und geraden Aufsteigungen der Polar- und Fundamentalsterne sind auf der Dorpater Sternwarte selbst ermittelt worden, ebenfalls die Refractionen constanten nebst dem Thermometercoefficienten; und somit wäre ich im Stande alle Reductionen auf eigenen Dorpater Elementen zu begründen. Bessels mittleren Positionen sind aber mit den unsrigen so nahe übereinstimmend, dafs ich ohne Bedenken mich des Vortheils bediente, die aus ihnen sich ergebenden scheinbaren Positionen in den Hülftafeln von Schumacher zu finden, und so allen Reductionen Bessels Örter unterlegte. Alle Refractionen sind nach der Gaußsichen Tafel in den allgemeinen Hülftafeln von Schumacher I. Seite 32 A. berechnet. Die Tafel ist eine höchst bequeme Transformation der von Bessel in den Fundamentis gegebenen Refractionstafel nach Bradley.

Wo ich es für nöthig geachtet statt dieser Elemente andere zu wählen, wird an seinem Orte auseinander gesetzt werden. Da namentlich der endlichen Polhöhe Dorpats nur die hier bestimmte Refraction zum Grunde gelegt werden kann, so halte ich es für geeignet hier diese letzte nach Bessels Tafelform darzustellen. Sie beruht auf den hiesigen Beobachtungen am Meridiankreise und der Untersuchung in den Obs. Dorp. Vol. VI.

## Dorpat'er Strahlenbrechungstafel.

Arg. Zenithdistanz = z.				Arg. wahre Barometer Höhe = b Par. Lin.		Arg. Stand, des, wahren Reaumürschen Thermometers, im freien = f.			
z	α	A	λ	b	β	f	γ	f	γ
0° 0'	1,75968			312	— 2796	— 32	+ 8595	+ 1	+ 1293
30 0	1,75950			313	— 2657	— 31	+ 8354	+ 2	+ 1090
35 0	1,75941			314	— 2518	— 30	+ 8115	+ 3	+ 888
40 0	1,75933			315	— 2380	— 29	+ 7877	+ 4	+ 686
45 0	1,75915	1,0018		316	— 2242	— 28	+ 7641	+ 5	+ 486
50 0	1,75893	1,0023		317	— 2105	— 27	+ 7406	+ 6	+ 286
55 0	1,75862	1,0032		318	— 1968	— 26	+ 7172	+ 7	+ 88
60 0	1,75812	1,0046		319	— 1832	— 25	+ 6940	+ 8	+ 110
61 0	1,75800	1,0049		320	— 1696	— 24	+ 6709	+ 9	+ 306
62 0	1,75785	1,0054		321	— 1560	— 23	+ 6479	+ 10	+ 502
63 0	1,75769	1,0058		322	— 1425	— 22	+ 6250	+ 11	+ 697
64 0	1,75751	1,0063		323	— 1291	— 21	+ 6022	+ 12	+ 891
65 0	1,75731	1,0068		324	— 1156	— 20	+ 5795	+ 13	+ 1085
66 0	1,75708	1,0075		325	— 1023	— 19	+ 5570	+ 14	+ 1277
67 0	1,75683	1,0083		326	— 889	— 18	+ 5346	+ 15	+ 1468
68 0	1,75654	1,0092		327	— 756	— 17	+ 5123	+ 16	+ 1659
69 0	1,75620	1,0101		328	— 624	— 16	+ 4901	+ 17	+ 1849
70 0	1,75583	1,0111		329	— 491	— 15	+ 4680	+ 18	+ 2038
71 0	1,75538	1,0124		330	— 360	— 14	+ 4461	+ 19	+ 2226
72 0	1,75488	1,0139		331	— 228	— 13	+ 4242	+ 20	+ 2414
73 0	1,75427	1,0156		332	— 97	— 12	+ 4025	+ 21	+ 2600
74 0	1,75355	1,0175		333	+ 35	— 11	+ 3808	+ 22	+ 2786
75 0	1,75269	1,0197		334	+ 164	— 10	+ 3593	+ 23	+ 2971
76 0	1,75167	1,0220		335	+ 293	— 9	+ 3379	+ 24	+ 3155
77 0	1,75041	1,0026	1,0252	336	+ 423	— 8	+ 3166	+ 25	+ 3338
78 0	1,74884	1,0030	1,0299	337	+ 552	— 7	+ 2954	+ 26	+ 3521
20	1,74825	1,0031	1,0318	338	+ 681	— 6	+ 2743	+ 27	+ 3703
40	1,74759	1,0033	1,0338	339	+ 809	— 5	+ 2533	+ 28	+ 3885
79 0	1,74688	1,0035	1,0357	340	+ 937	— 4	+ 2324	+ 29	+ 4065
20	1,74611	1,0037	1,0377	341	+ 1064	— 3	+ 2115	+ 30	+ 4245
40	1,74526	1,0039	1,0398	342	+ 1192	— 2	+ 1909	+ 31	+ 4423
80 0	1,74435	1,0041	1,0420	343	+ 1318	— 1	+ 1703	+ 32	+ 4602
20	1,74333	1,0043	1,0442	344	+ 1443	0	+ 1497		
40	1,74224	1,0046	1,0465	345	+ 1571				
81 0	1,74100	1,0049	1,0493	346	+ 1697				
20	1,73967	1,0052	1,0523	347	+ 1822				
40	1,73819	1,0056	1,0559	348	+ 1947				
82 0	1,73657	1,0060	1,0600						
20	1,73475	1,0065	1,0646						
40	1,73271	1,0070	1,0697						
83 0	1,73042	1,0075	1,0754						
20	1,72786	1,0081	1,0815						
40	1,72493	1,0088	1,0879						
84 0	1,72158	1,0096	1,0951						
20	1,71773	1,0105	1,1036						
40	1,71334	1,0115	1,1130						
85 0	1,70832	1,0127	1,1229						

Der mit 5 Decimalstellen genommene Logarithmus der in Secunden ausgedrückten Strahlenbrechung ist

$$\log. \tan z + \alpha + A. \beta - 2^{\circ} A. \tau + \lambda \gamma,$$

wo  $\tau$  den Stand des Reaumürschen Thermometers am Barometer zur Bestimmung der Temperatur des Quecksilbers bedeutet.

Das Verhältniß der aus dieser Tafel berechneten Refractionen zu denen der Fundamenta und Bessels in den Königsberger Beobachtungen Band 8 zeigt folgende Vergleichung. Das Argument ist die Temperatur nach Réaumur und Fahrenheit.

Vergleichung der Refraction nach Bradley, Bessel und Struve.

Refr. = 100'' nach Bradley = 100'' +  $\theta$  nach Bessel = 100'' +  $\theta'$  nach Struve.

Refr. = 100'' nach Bessel = 100'' +  $\xi$  nach Struve.

Therm.	-24° R = -22° F	-20° R = -13° F	-16° R = -4° F	-12° R = + 5° F	-8° R = + 14° F	-4° R = + 23° F	0° R = + 32° F
$\theta$	- 0,88	- 0,73	- 0,59	- 0,45	- 0,33	- 0,18	- 0,06
$\theta'$	- 0,63	- 0,56	- 0,49	- 0,42	- 0,36	- 0,29	- 0,23
$\xi$	+ 0,25	+ 0,17	+ 0,10	+ 0,03	- 0,03	- 0,11	- 0,17
Therm.	0° R = + 32° F	+ 4° R = + 41° F	+ 8° R = + 50° F	+ 12° R = + 59° F	+ 16° R = + 68° F	+ 20° R = + 77° F	+ 24° R = + 86° F
$\theta$	- 0,06	+ 0,05	+ 0,17	+ 0,28	+ 0,38	+ 0,49	+ 0,59
$\theta'$	- 0,23	- 0,18	- 0,12	- 0,07	- 0,02	+ 0,03	+ 0,08
$\xi$	- 0,17	- 0,23	- 0,29	- 0,35	- 0,40	- 0,46	- 0,51

Ich habe an beiden Verticalkreisen den Biegungscoefficienten durch Beobachtung entgegengerichteter Fernröhre bestimmt. Die Resultate stelle ich hier zusammen. Wenn  $z$  die beobachtete Zenithdistanz ist, und  $\Delta z$  deren von der Biegung abhängige Correction: so geben

für den Dorpater Kreis.

nach II. 137 im Jahre 1825 in Dorpat 12 Einstellungen  $\Delta z = + 0,470. \sin z$   
 — — 186. — — 1826 — Jacobstadt 8 — — — —  $- 0,190. \sin z$   
 — — 320 — — 1827 — Dorpat 36 — — — —  $+ 0,534. \sin z$

Mittel mit Rücksicht auf die Zahl der Einstellungen  $\Delta z = + 0,417. \sin z$

für den Mitauer Kreis.

nach II. 185 im Jahre 1826 in Jacobstadt 12 Einstellungen  $\Delta z = + 0,125. \sin z$   
 — — 323 — — 1827 — Dorpat 36 — — — —  $+ 0,080. \sin z$

Mittel  $\Delta z = + 0,091. \sin z$

Die Beobachtungen sind für beide Kreise beim Anfänge und beim Ende ihres Gebrauchs gemacht. Für beide findet sich der Biegungscoefficient fast null. Ich nehme ihn während der ganzen Zeit für beide Kreise constant an, da das etwas abweichende Resultat  $- 0'',19. \sin z$  für den Dorpater Kreis in Jacobstadt auf einer zu geringen Zahl von Beobachtungen beruht, wogegen die 1825 und 1827 in Dorpat unter gleichen sehr günstigen Umständen gemachten Beobachtungen sich bestimmt für die Unveränderlichkeit des Dorpater Kreises aussprechen.

Die mit verschiedenen Instrumenten bestimmten Polhöhen beziehen sich auf etwas verschiedene Punkte. Zur Reduction derselben dienen folgende aus den im Tagebuche Seite 188, 228, gegebenen Meridian-Entfernungen und dem Werthe der Secunde des Meridians  $= 15,871$  Toisen abgeleiteten Größen:

Jacobstadt. Hier sollen alle Polhöhen auf den gemauerten Endpunct bezogen werden. Für Zelt I. ist die Correction der Polhöhe  $- 0'',882$ ; für Zelt II.  $= - 0'',588$ , für Zelt III.  $= - 0'',385$ .

Hochland. Hier wird die Mitte der Pfeiler des Mittagsrohrs in Zelt I. als zu bestimmender Punct angesehen. Es ist daher die Correction für Zelt I.  $= 0'',000$ , für Zelt II.  $= + 0'',243$ , für Zelt III.  $= + 0'',491$ .

Dorpat. Die Mitte des Thurms ist hier der zu bestimmende Punct. Für Zelt I. ist die Correction der Polhöhe  $= - 0'',695$ , für die am Meridiankreise und den Verticalkreisen bestimmten Polhöhen aber  $= + 0'',160$ . Diese Größen beruhen darauf, daß der Meridiankreis um 2,542 Toisen südlicher, die Mitte des Zelt I. aber 11,027 Toisen nördlicher ist als die Thurmmitte.

Da an den drei Orten ganz ähnliche Beobachtungsreihen gemacht sind, so ist es für die Darstellung der Resultate am bequemsten, die Berechnungen der gleichartigen Beobachtungen für alle drei Orte zusammen zu stellen. In behandle daher im nachfolgenden:

1. Die Bestimmungen der absoluten Zeit an den drei Orten.
2. Die Polhöhen aus den an den drei Orten gemeinschaftlich mit dem Mittagsrohr im ersten Vertical beobachteten Sternen  $\gamma$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  Ursae maj.
3. Die Polhöhen aus den an jedem Orte mit dem Mittagsrohr von Ost nach West beobachteten, dem Zenith sehr nahe vorbeigehenden Sternen, unter Anwendung der am Aboer und Dorpater Meridiankreise bestimmten Declinationen.

4. Die Fortsetzung der absoluten Zeitbestimmungen.
5. Die Polhöhen der drei Orte aus den Beobachtungen an den beiden Verticalkreisen.
6. Die Polhöhen von Jacobstadt und Hochland nach Päuickers Beobachtungen am Mitauer Verticalkreise.
7. Die Endwerthe der Amplituden und Polhöhen.
8. Die Bestimmungen der Azimute.

## L BESTIMMUNGEN DER ABSOLUTEN ZEIT.

### ZEITBESTIMMUNGEN IN DORPAT.

Aus den im Tagebuch Seite 67 gegebenen am Meridiankreise beobachteten Durchgängen der Gemma im Jahre 1824, den Seite 138 befindlichen von Gemma und einigen andern Fundamentalsternen im Jahre 1825, und den Seite 276 gegebenen der Gemma im Jahre 1827, ergeben sich folgende Verbesserungen der Hubertschen Hauptuhr gegen Sternzeit, durch die in Schumachers Hülftafeln vorliegenden scheinbaren geraden Aufsteigungen.

1824.	Correct. für Hubert.	Täglicher Gang.	1825.	Correct. für Hubert.	Täglicher Gang.
2. Jun. U 15 27 H	+ 49,16	+ 2,89	11. Jul. U 15 27 H	+ 2,08	+ 3,03
7. — — — — —	+ 1 3,61	+ 2,74	13. — 7 30 —	+ 4,76	
9. — — — — —	+ 1 9,09	+ 3,54	15. — 15 27 —	+ 8,14	
10. — — — — —	+ 1 12,63	+ 3,06	17. — 7 — —	+ 8,56	
13. — — — — —	+ 1 21,82	+ 2,58	14. — 15 35 —	+ 12,98	— 4,04
14. — — — — —	+ 1 24,40	+ 2,70	16. — 15 27 —	+ 4,90	
16. — — — — —	+ 1 29,81	+ 2,82	18. — 15 27 —	— 1,77	— 1,12
17. — — — — —	+ 1 32,63		19. — — — — —	— 2,89	— 1,28
			22. — — — — —	— 6,73	— 0,69
			25. — — — — —	— 8,79	+ 0,43
			3. Aug. — — — — —	— 4,95	+ 0,08
			4. — — — — —	— 4,87	— 0,20
			6. — — — — —	— 5,28	— 0,12
			8. — 7 30 —	— 5,61	

Anmerkung. Die Uhr ging am 13. Julius 1825 unregelmäßig, weil das Steigrad zu trocken geworden war. Indefs hat man von 7 Uhr 30' bis 17 Uhr 7' in 9 Stunden 37' den Gang + 3'',80, also stündlich + 0'',398, regelmäßig wie die Uhr correction für 15 Uhr 27' zeigt.

## ZEITBESTIMMUNG IN DORPAT.

1827.	Correc. für Hubert.	Täglicher Gang.	1827.	Correc. für Hubert.	Täglicher Gang.
26. Jun. 15 27' H	+ 34,56	+ 4,85	20. Jul. 15 27' H	+ 2,73	+ 0,88
27. — — — —	+ 39,41	+ 5,33	23. — — — —	+ 5,37	+ 1,39
28. — — — —	+ 44,74		24. — — — —	+ 6,76	+ 1,12
30. — — — —	+ 11,69	+ 0,70	25. — — — —	+ 7,88	+ 1,13
2. Jul. — — — —	+ 10,28	+ 1,16	28. — — — —	+ 11,28	+ 1,06
4. — — — —	+ 7,96	+ 0,72	29. — — — —	+ 12,34	+ 0,99
5. — — — —	+ 7,24	+ 0,92	30. — — — —	+ 13,33	+ 1,36
6. — — — —	+ 6,32	+ 1,02	31. — — — —	+ 14,69	+ 1,54
7. — — — —	+ 5,30	+ 0,93	2. Aug. — — — —	+ 17,77	+ 1,29
10. — — — —	+ 2,52	+ 0,44	3. — — — —	+ 19,06	+ 1,44
13. — — — —	+ 1,21	+ 0,44	7. — — — —	+ 24,81	
16. — — — —	+ 0,12	+ 0,68	17. — 13 16 —	(- 21,84)	
17. — — — —	+ 0,80	+ 0,44	— — 15 27 —	- 21,79	+ 1,68
18. — — — —	+ 1,24	+ 0,70	19. — 13 16 —	(- 18,48)	
19. — — — —	+ 1,94	+ 0,79			

Anmerkung. Die beiden eingeklammerten Uhr correctionen beruhen auf den von Preufs beobachteten Culminationen von Spica und geben den Uhr gang vom 17. bis 19. August, während für den Stand meine Bestimmung durch Gemma zu gebrauchen ist.

## ZEITBESTIMMUNGEN IN JACOBSTADT.

Die Hauptzeitbestimmung geschah in Jacobstadt mit dem Dorpater Verticalkreise durch Zenithdistanzen gewöhnlich zweier Fundamentalsterne, wovon einer in der Nähe des östlichen, der andere in der Nähe des westlichen Verticals sich befand. Zur Berechnung der Stundenwinkel ist die Polhöhe erforderlich. Da uns an jedem der Orte eine vorläufige Zeitbestimmung zu Gebote stand, welche auf correspondirenden Sonnenhöhen mit einem Spiegelsextanten beobachtet beruhte, so liefs sich die Reihe der Meridianzenithdistanzen der Sterne  $\alpha$  und  $\beta$  Urs. min. mit völliger Sicherheit reduciren, und hierauf eine so genäherte Kenntnifs der Polhöhe begründen, dafs die Unsicherheit derselben in Bezug auf die Zeitbestimmung ganz unerheblich blieb. Diese war  $\varphi = 56^\circ 30' 5'',5$  für Zelt II., welche von der allendlichen später anzuführenden Bestimmung  $\varphi = 56^\circ 30' 4'',57$  für den Endpunct oder  $56^\circ 30' 5'',16$  für Zelt II. nur um  $0'',34$  abweicht. Fehler der Polhöhe, so wie der beobachteten Zenithdistanz und also auch der Strahlenbrechung werden bei der Anwendung zweier Sterne desto geringeren Einflufs auf die allendliche Zeitbestimmung haben, je weniger der Stand der beiden Sterne auf den durch den Meridian getrennten beiden Himmelshälften verschieden war. Die vorläufige Reduction der Meridianzenithdistanzen der für die Polhöhe benutzten Sterne gewährte nun noch die Kenntnifs des



in jedem Satze statt findenden Orts des Zeniths = O. Da nun die Stellung der Libelle nicht geändert war seit dem letzten Satze, so konnte O als bekannt angesehen werden, und jede verbesserte Ablesung gab durch ihren Abstand von O unmittelbar eine einfache Zenithdistanz, aus welcher der Stundenwinkel abgeleitet wurde durch die bekannte Formel:

$$\cos t = m. (\cos z - n);$$

wenn  $\sec \varphi. \sec \delta = m$  und  $\sin \varphi. \sin \delta = n$ , welche Größen für die vier Beobachtungen desselben Sterns constant bleiben, und selbst für denselben Stern sich während der ganzen Beobachtungszeit an demselben Orte nur um wenig ändern. Die so gefundenen Stundenwinkel gaben die Sternzeit und folglich die Uhr correction, vier Mal aus jedem Sterne, da in der Regel nach jedem vier Mal eingestellt worden war; siehe I. 110. Die unmittelbar beobachteten Zeiten waren r, d. h. der Halbscundenpendeluhr von Repsold. Diese Zeiten wurden in R, Angaben der Hauptuhr von Repsold verwandelt, durch die vorher und nachher angestellten Vergleichen, welche im Tagebuch Seite 181 gegeben sind, und so die Uhr correctionen gleich für R gefunden.

Da jeder Stern in beiden Lagen des Kreises beobachtet ist, so wird man aus der Übereinstimmung der Uhr correction sehen ob O richtig angenommen ist, oder vielmehr eine Gleichung für dO erhalten. Mit dem Mittel der dO aus beiden Sternen ließen sich nun sogleich die gefundenen Uhr correctionen verbessern. Die Coefficienten dieser Correctionen ergeben sich aus den Unterschieden der Zenithdistanzen und Zeiten. Ich stelle hier als Beispiel die vollständige Berechnung der Zeitbestimmung am 26. Mai her, wozu die Originalien im Tagebuch Seite 159 gegeben sind.

## Berechnung der Zeitbestimmung in Jacobstadt 1826, 26 Mai.

$$\varphi = 56^{\circ} 30' 5,5'' \quad O = 119^{\circ} 58' 5,3''$$

$$\alpha \text{ Aquilae. } \alpha = 19^{\circ} 42' 20,46'' \quad 1 \text{ sec } \delta = 0,0047026 \quad 1 \sin \delta = 9,1654440$$

$$\delta = 8^{\circ} 24' 59,47'' \quad 1 \text{ sec } \varphi = 0,2581280 \quad 1 \sin \varphi = 9,9211142$$

$$1 m = 0,2628306 \quad 1 n = 9,0865582 \quad n = 0,1220557.$$

$$\text{Arcturus. } \alpha = 14^{\circ} 7' 46,60'' \quad 1 \text{ sec } \delta = 0,0272617 \quad 1 \sin \delta = 9,5359109$$

$$\delta = 20^{\circ} 5' 22,18'' \quad 1 m = 0,2853897 \quad 1 n = 9,4570251 \quad n = 0,2864343.$$

$$\text{Uhrvergleichen. } \left. \begin{array}{l} 15 \text{ } 49,2r, R - r = + 2' 2,80 \\ 17 \text{ } 14,7r, R - r = + 2' 4,70 \end{array} \right\} d(R - r) = + 1,90 \text{ in } 85,5.$$

$$\text{Tagebuch, S. 181. } \left. \begin{array}{l} 15 \text{ } 49,2r, R - r = + 2' 2,80 \\ 17 \text{ } 14,7r, R - r = + 2' 4,70 \end{array} \right\} d(R - r) = + 1,90 \text{ in } 85,5.$$

 $\alpha$  Aquilae. Ost-Vertical.

Kreis.	Rechts.	Rechts.	Links.	Links.
Verbesserte Ablesung = a	180 36 18,3	180 20 38,0	60 8 7,4	60 32 36,4
$z' = \mp (O - a)$	60 58 13,0	60 22 32,7	59 49 57,9	59 25 28,9
Refraction	+ 1 41,8	1 40,7	1 38,5	1 36,9
Verbesserte Zenithdist. = z	60 39 54,8	60 24 13,4	59 51 36,4	59 27 5,8
cos z	0,489912	0,4938854	0,5021129	0,5082659
cos z - n	0,3678555	0,3718297	0,3800572	0,3862102
l (cos z - n)	9,5656773	9,5703440	9,5798490	9,5868237
l (cos z - n) + lm = l cos t	9,8285079	9,8331746	9,8426796	9,8496543
t in Zeit	3 10 34,02	3 8 17,95	3 3 32,17	2 59 54,64
Uhrangabe r	16 29 1,3	16 31 17,8	16 56 4,0	16 39 40,6
R - r	+ 2 3,69	+ 2 3,74	+ 2 3,85	+ 2 3,93
Uhrzeit R	16 31 4,99	16 33 21,54	16 38 7,85	16 41 44,53
Sternzeit S = $\alpha - t$	16 31 46,44	16 34 2,51	16 38 48,29	16 42 25,82
Uhr correction S - R = C	+ 41,45	+ 40,97	+ 40,44	+ 41,29
Mittel		+ 41,210		+ 40,865

## Arcturus. West-Vertical.

Kreis.	Rechts.	Rechts.	Links.	Links.
Verbesserte Ablesung = a	166 53 45,0	167 42 25,8	70 22 22,8	69 55 54,5
$z' = \mp (O - a)$	46 55 39,7	47 44 20,5	49 35 42,5	50 2 10,8
Refraction	+ 1 1,5	1 3,1	1 7,5	1 8,6
Verbesserte Zenithdist. = z	46 56 41,2	46 45 23,6	49 36 50,0	50 3 19,4
cos z	0,6827030	0,6722821	0,6479353	0,6420468
cos z - n	0,3962687	0,3858478	0,3615010	0,3556125
l (cos z - n)	9,5979898	9,5864160	9,5581095	9,5509770
l (cos z - n) + lm = l cos t	9,8833795	9,8718057	9,8434992	9,8363667
t in Zeit	2 40 32,92	2 47 34,20	3 3 6,96	3 6 43,50
Uhrangabe r	16 45 35,2	16 52 36,1	17 8 8,0	17 11 44,0
R - r	+ 2 4,06	+ 2 4,21	+ 2 4,56	+ 2 4,64
Uhrzeit R	16 47 39,26	16 54 40,31	17 10 12,56	17 13 48,64
Sternzeit S = $\alpha + t$	16 48 19,52	16 55 20,80	17 10 53,56	17 14 29,90
Uhr correction S - R = C	+ 40,26	+ 40,49	+ 41,00	+ 41,26
Mittel		+ 40,375		+ 41,130

Wenn der wahre Ort des Zeniths  $= O + dO$ , mit  $dO$  positiv, so werden die Zenithdistanzen Kr. R kleiner und Kr. L. gröfser, und folglich  $dC$  positiv bei Kr. R. im Ost-Vertical und bei Kr. L. im West-Vertical. Die Vergleichung der  $z$  und  $t$  gibt für jeden Stern den Coefficienten  $\mu$  der Gleichung  $dO = \mu dC$ . Wir finden nemlich aus den äußersten Beobachtungen jedes Sterns:

für  $\alpha$  Aquilae.

$$\Delta t = 639'',38, \Delta z = 4369'',0$$

$$\mu = 4369,0 : 639,38 = 6,826$$

für Arcturus.

$$\Delta t = 1570'',38, \Delta z = 11138'',2$$

$$\mu = 11138,2 : 1570,38 = 7,092.$$

Nun gibt die Vergleichung der Mittel in beiden Lagen des Kreises, wenn man im Ost-Vertical R. von L. abzieht und im West-Vertical L. von R., aus  $\alpha$  Aquilae  $2dC = -0'',345$ , aus Arcturus  $2dC = -0'',755$ , und hiermit  $dO = -0'',345$ .  $3,413 = -1'',17$  und  $dO = -0'',755$ .  $3,546 = -2'',67$ , also im Mittel  $dO = -1'',92$ . Hiermit werden die Correctionen der einzelnen C für  $\alpha$  Aquilae  $- + 0'',28$  für Arcturus  $+ - 0'',27$ . So erhalten wir folgende acht einzelne Zeitbestimmungen:

Für R =	C =	Hieraus für R = $\overset{U}{16\ 48,8}$	Diff. v. Mittel
$\overset{U}{16\ 31,1}$	$+ 41'',17$	$C = + 41'',24$	$+ 0,35$
33,4	$+ 40,69$	40,75	$- 0,14$
38,1	$+ 40,72$	40,76	$- 0,13$
41,7	$+ 41,57$	41,60	$+ 0,71$
47,7	$+ 40,53$	40,53	$- 0,36$
54,7	$+ 40,76$	40,72	$- 0,17$
$\overset{U}{17\ 10,2}$	$+ 40,73$	40,65	$- 0,24$
13,8	$+ 40,99$	40,89	0,00
		<hr/> Mittel $+ 40,89$	

Wenn man die Differenzen vom Mittel bearbeitet, so findet sich der w. F. einer Zeitbestimmung aus einzelner Höhe  $= 0'',23$ , der des gegebenen Mittels  $= 0'',08$ . Es ist klar dafs, wenn  $dO$  sehr grofs wäre, man für  $\mu$  nicht den mittleren Werth während der Zwischenzeit zum Grunde legen dürfte, wie oben geschehen, sondern dasselbe für jede Beobachtung aus der Differentialformel  $\sin t. dt = m. \sin z. dz$ , folglich  $\mu = \frac{\sin t}{m. \sin z}$  ableiten müfste.

Auf diese Weise ist für jeden Tag die Rechnung geführt und zwar von zwei Rechnern, Herr Professor Paucker und Wrangell. Ich gebe hier die einzelnen Resultate nach der Rechnung von Paucker nebst dem Mittel von Wrangell zur Vergleichung. Die O sind die schon im Mittel nach beiden Sternen verbesserten.

Verbesserungen der Angaben der Hauptuhr von Repsold = R.

1826.	24. Mai.	25. Mai.	26. Mai.	27. Mai.	29. Mai.
Sterne.	$\alpha$ Cygni.	$\alpha$ Aquilae. Arcturus.	$\alpha$ Aquilae. Arcturus.	$\alpha$ Lyrae.	$\alpha$ Pegasi. Arcturus.
O =	105° 2' 7",18	105° 2' 2",67	119° 58' 3",38	135° 38' 37",34	165° 56' 3",60
R =	U 18 23,0	U 17 14,3	U 16 48,8	U 15 9,9	U 18 51,8
	C =	C =	C =	C =	C =
	+ 29,86   - 0,10	+ 35,75   + 0,28	+ 41,24   + 0,35	+ 46,16   + 0,11	+ 58,03   + 0,30
	30,08   + 0,12	36,46   + 0,99	40,75   - 0,14	46,00   - 0,05	57,77   + 0,04
	29,89   - 0,07	35,29   - 0,18	40,76   - 0,13	45,81   - 0,24	57,68   - 0,05
	30,00   + 0,04	35,56   + 0,09	41,60   + 0,71	46,22   + 0,17	57,72   - 0,01
		35,00   - 0,47	40,53   - 0,36		57,77   + 0,04
		34,86   - 0,61	40,72   - 0,17		57,41   - 0,32
		35,36   - 0,11	40,65   - 0,24		
		35,47   - 0,00	40,89   - 0,00		
Mittel nach Paucker	+ 29,96	+ 35,47	+ 40,89	+ 46,05	+ 57,73
— Wrangell	+ 29,98	+ 35,52	+ 40,87	+ 46,09	+ 57,77
Mittel	+ 29,97	+ 35,49	+ 40,88	+ 46,07	+ 57,75
Tägl. Gang	+ 5,79	+ 5,52	+ 5,53	+ 5,42	+ 5,37
1826.	30. Mai.	2. Juni.	7. Juni.	10. Juni.	12. Juni.
Sterne.	$\alpha$ Aquilae. Arcturus.	$\alpha$ Cygni. $\eta$ Urs. maj.	$\alpha$ Cygni. $\eta$ Urs. maj.	$\alpha$ Pegasi. Arcturus.	$\alpha$ Cygni. $\eta$ Urs. maj.
O =	149° 44' 59",54	224° 43' 4",96	178° 59' 18",50	119° 54' 16",38	134° 39' 56",75
R =	U 16 19,9	U 17 2,9	U 17 19,6	U 18 39,4	U 16 57,2
	C =	C =	C =	C =	C =
	+ 1,248   - 0,05	+ 1,19,25   + 0,28	+ 1,47,18   - 0,08	+ 2,4,12   + 0,31	+ 2,14,09   - 0,26
	2,99   + 0,46	19,18   + 0,21	47,38   + 0,12	3,72   - 0,09	14,59   + 0,24
	2,44   - 0,09	19,43   + 0,46	47,50   + 0,24	4,12   + 0,31	15,01   + 0,66
	2,52   - 0,01	18,84   - 0,13	47,37   + 0,11	3,49   - 0,32	15,05   + 0,70
	2,27   - 0,26	18,82   - 0,15	47,12   - 0,14	3,80   - 0,01	14,43   + 0,08
	2,47   - 0,06	19,17   + 0,20	46,84   - 0,42	3,65   - 0,16	14,36   + 0,01
		19,06   + 0,09	47,34   + 0,08	3,74   - 0,07	13,57   - 0,78
		17,97   - 1,00	47,37   + 0,11	3,82   + 0,01	13,67   - 0,68
Mittel nach Paucker	1 2,53	1 18,97	1 47,26	2 3,81	2 14,35
— Wrangell	1 2,59	1 18,96	1 47,22	2 3,80	2 14,40
Mittel	1 2,56	1 18,97	1 47,24	2 3,81	2 14,38
Tägl. Gang	+ 5,47	+ 5,62	+ 5,42	+ 5,46	

Anmerkung. Am 24. Mai war auch Arcturus beobachtet. Die Rechnung zeigt aber, daß die Beobachtung fehlerhaft sei. Die gefundenen vier Uhr correctionen für R = 17 Uhr 33',5 waren nemlich + 39'',17; + 26'',97; + 29'',80; + 26'',34, aus denen sich nichts machen läßt. Wahrscheinlich ist eine Klemme nicht gehörig zugezogen gewesen. Späterhin ist kein solches Versehen wieder vorgefallen.

Der Gang unserer Pendeluhr war von der ausgezeichnetsten Regelmäßigkeit im Mittel + 5'',511 täglich, wovon die einzelnen Gänge so wenig abweichen, daß der Gang der Uhr als völlig gleichförmig angesehen werden kann. Die Übereinstimmung beweist aber überdies mit welcher Schärfe unsere Zenithdistanzen die Uhr correction gegeben haben, und daß wir die Zeitbestimmung als fast so genau ansehen können, wie die AR. der Sterne es selbst sind, da die Verbindung östlicher und westlicher Sterne alle constanten Einflüsse fast ganz eliminirt. Ob in den bei den Rechnung zum Grunde gelegten Zenithdistanzen und der Polhöhe noch eine constante Fehlerquelle übrig geblieben sei, läßt sich aus der Vergleichung der getrennten Resultate der östlichen und westlichen Sterne beurtheilen. Wir haben nemlich die Uhr correction:

Stern.	25. Mai.	26. Mai.	29. Mai.	30. Mai.	2. Juni.	7. Juni.	10. Juni.	12. Juni.
Oestlich	+ 35'',76	+ 41'',09	+ 57'',90	+ 62'',61	+ 79'',17	+ 107'',36	+ 123'',86	+ 134'',68
Westlich	+ 35'',17	+ 40'',70	+ 57'',65	+ 62'',37	+ 78'',76	+ 107'',17	+ 123'',75	+ 134'',01
O — W	+ 0'',59	+ 0'',39	+ 0'',25	+ 0'',24	+ 0'',41	+ 0'',19	+ 0'',11	+ 0'',67

Es zeigt sich daß O - W durchweg positiv ist, im Mittel + 0'',36, und daß folglich die getrennten Resultate eine Verbesserung von  $\mp 0'',18$  bedürfen, welche einer mittleren Vergrößerung der Zenithdistanz von 1'',4 entspricht, wovon ein Theil nemlich 0'',3 nahezu auf den Biegungscoefficient kommt. Die übrigbleibenden 1'',1 mögen im Complex der Unsicherheiten der Refraction, Polhöhe und Sternörter beursacht sein, und sind wenigstens nicht im Stande eine Abweichung der von Kreise angegebenen Zenithdistanzen in einem bestimmten Sinne, also eine Unregelmäßigkeit der Biegung zu begründen. Wenn diese vorhanden ist, so kann sie nur klein sein.

## ZEITBESTIMMUNGEN IN HOCHLAND 1826.

Die Zeitbestimmungen wurden ganz wie in Jacobstadt gemacht aber mit dem Mitauer Verticalkreise im Zelte III., für welches  $\phi = 60^\circ 5' 9'',5$  zum Grunde gelegt wurde. Diese Polhöhe ist nur um 0'',21 von der endlichen Bestimmung  $60^\circ 5' 9'',78 - 0'',49 = 60^\circ 5' 9'',29$  verschieden. Ich gebe hier gleich die Resultate, wie

früher zusammengestellt. Die Hauptuhr ward aber erst am 26. Julius aufgestellt, so dafs die ersten Zeitbestimmungen für die Angaben der kleinern Repsold'schen Uhr gelten.

Verbesserungen der Angaben der kleinen Uhr von Repsold.

1826.	22. Juli.	23. Juli.
Sterne.	$\alpha$ Andromedae. Arcturus.	$\alpha$ Andromedae. Arcturus.
O =	$105^{\circ} 17' 39,36$	$134^{\circ} 52' 39,24$
U		
r =	$19 \ 8,8$	$18 \ 43,6$
	C =	C =
	+ $10,49$	+ $42,75$
	+ $11,28$	+ $41,12$
	+ $11,43$	+ $41,73$
	+ $11,24$	+ $41,73$
	+ $11,96$	+ $41,18$
	+ $10,98$	+ $42,78$
	+ $11,19$	+ $41,70$
	+ $10,83$	+ $42,68$
Mt. nach Paucker	+ $11,18$	+ $41,96$
— — Wrangell	+ $11,18$	+ $41,95$
Mittel	+ $11,18$	+ $41,96$
Tägl. Gang	+ $31,33$	

Verbesserungen der Angaben der Hauptuhr von Repsold.

1826.	26. Juli.	27. Juli.	29. Juli.	12. August.	13. August.
Sterne.	$\alpha$ Andromedae. Arcturus.	$\alpha$ Andromedae. Arcturus.	$\alpha$ Andromedae. Gemma.	$\alpha$ Andromedae. Arcturus.	$\alpha$ Andromedae. Arcturus.
O =	$165^{\circ} 8' 39,77$	$134^{\circ} 57' 4,92$	$142^{\circ} 29' 21,08$	$97^{\circ} 33' 4,42$	$134^{\circ} 55' 18,17$
U					
R =	$19 \ 2,3$	$19 \ 9,5$	$20 \ 27,4$	$18 \ 48,1$	$19 \ 12,0$
	C =	C =	C =	C =	C =
	+ $37,19$ — $0,18$	+ $26,58$ — $0,01$	+ $5,13$ — $0,46$	— $2' 29,54$ + $0,23$	— $2' 40,50$ + $0,07$
	+ $37,34$ — $0,03$	+ $26,58$ — $0,01$	+ $5,57$ — $0,02$	+ $30,14$ — $0,37$	+ $40,32$ — $0,25$
	+ $36,56$ — $0,81$	+ $26,94$ + $0,35$	+ $4,99$ + $0,60$	+ $29,55$ + $0,22$	+ $40,35$ + $0,22$
	+ $37,14$ — $0,23$	+ $26,84$ + $0,25$	+ $5,43$ — $0,16$	+ $30,24$ — $0,47$	+ $40,23$ + $0,34$
	+ $36,97$ — $0,40$	+ $26,43$ — $0,16$	+ $6,01$ + $0,42$	+ $29,78$ — $0,01$	+ $40,30$ + $0,27$
	+ $37,96$ + $0,59$	+ $26,16$ — $0,43$	+ $5,63$ + $0,04$	+ $29,61$ + $0,16$	+ $41,15$ — $0,58$
	+ $38,31$ + $0,94$	+ $26,55$ — $0,04$	+ $5,69$ + $0,10$	+ $29,66$ + $0,11$	+ $40,74$ — $0,17$
	+ $37,47$ + $0,10$	+ $26,64$ + $0,05$	+ $6,26$ + $0,67$	+ $29,61$ + $0,16$	+ $40,95$ — $0,38$
Mt. n. Paucker	+ $37,37$	+ $26,59$	+ $5,59$	— $2' 29,77$	— $2' 40,57$
— — Wrangell	+ $37,36$	+ $26,60$	+ $5,57$	— $2' 29,74$	— $2' 40,56$
Mittel	+ $37,37$	+ $26,59$	+ $5,58$	— $2' 29,76$	— $2' 40,57$
Tägl. Gang	— $10,73$	— $10,20$	— $11,15$	— $10,63$	

Die Uhr ist offenbar in Hochland nicht so regelmäfsig gegangen, wie in Jacobstadt, ohnerachtet sie an beiden Orten gleich günstig aufgestellt war. Wahrscheinlich war sie in Hochland nicht mehr so rein, wie in Jacobstadt, da sie unmittelbar vor der Abreise im April gereinigt worden war. Vergleichen wir auch hier die Resultate aus den östlichen und westlichen Sternen: so ergibt sich die Uhr-correction:

Stern.	22. Juli.	23. Juli.	26. Juli.	27. Juli.	29. Juli.	12. Aug.	13. Aug.
Oestlich	+ 11",11	+ 41",83	+ 37",06	+ 26",73	+ 5",28	- 149",87	- 160",35
Westlich	+ 11",24	+ 42",08	+ 37",68	+ 26",44	+ 5",90	- 149",67	- 160",78
O — W	- 0",13	- 0",25	- 0",62	+ 0",29	- 0",62	- 0",20	+ 0",43

O-W ist hier bald positiv bald negativ, im Mittel =  $- 0'',16$ , woraus die Verbesserung der Theilresultate  $+ 0'',08$  folgen würde, der eine Verminderung der Zenithdistanzen von  $0'',5$  im Bogen entspräche. Die Biegungsversuche gaben die Correction der Z. D. sehr nahe = 0, und wir haben also auch für den Mitauer Kreis eine Bestätigung der Constanz der Gesichtslinie aus den Zeitbestimmungen.

In der Übersicht der Uhrcorrectionen an beiden Orten sind die Unterschiede der einzelnen Bestimmungen vom Mittel gegeben. Diese müssen wenn zwei Sterne beobachtet sind um  $- 0'',18$  für den östlichen, und  $+ 0'',18$  für den westlichen Stern in Jacobstadt, in Hochland um  $+ 0'',08$  und  $- 0'',08$  verändert werden, wegen der mittleren Werthe von O-W. Nachdem dies geschehen, ist in Jacobstadt für 68 einzelne Bestimmungen die Summe der Quadrate der Abweichungen 5,3797, und da hier 21 unbekannte Gröfsen vorkommen, nemlich die zehn Uhrcorrectionen, die zehn Örter des Zeniths und der Mittelwerth O-W, so ist das mittlere Quadrat 5,3797: (68 — 21) = 0,1144; und hieraus der w. F. einer Zeitbestimmung aus einzelner Ablesung  $0'',23$ , also des Mittels aus acht Einstellungen durch zwei Sterne  $0'',080$ . Für Hochland findet sich, bei 56 einzelnen Bestimmungen an sieben Tagen und funfzehn unbekannten, das mittlere Quadrat der Abweichung  $9,8529 : 41 = 0,2403$ , und der w. F. einer Zeitbestimmung aus einzelner Ablesung  $0'',33$ , im Mittel aus acht Einstellungen durch zwei Sterne also  $0'',112$ .



## II. POLHÖHEN AUS DEN STERNEN $\eta$ , $\gamma$ , $\zeta$ URSAE MAJ. MIT DEM MITTAGSROHR IM ERSTEN VERTICAL BEOBACHTET.

Ist  $N$  der Abstand eines größten Kreises vom Himmelspole,  $C$  der Abstand eines parallelen Kreises von jenem größten, und  $\frac{C}{15} = c$ : so wird zwischen  $c$  und der Zeit  $k$ , die ein Stern, dessen Declination  $\delta$ , gebraucht um vom größten Kreise zum Parallelkreise durch die tägliche Umdrehung zu wandern, folgende Gleichung sein:

$$(1) c = \alpha k - 7,5 \beta \cdot \sin 1'' \cdot k^2 - 37,5 (\alpha - \alpha^3) \cdot \sin^2 1'' \cdot k^3 \dots$$

worin  $\alpha = \sqrt{(\cos(\delta + N) \cdot \cos(\delta - N))}$  und  $\beta = \sin N \cdot \sin \delta$ .

Wenn ein Mittagsrohr von Ost nach West ausgestellt wird, so wird für seinen größten Kreis  $N = 90^\circ - \varphi$  und man erhält:

$$\alpha = \sin(\varphi + \delta)^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(\varphi - \delta)^{\frac{1}{2}}; \beta = \cos \varphi \sin \delta.$$

Durch Umkehrung der Reihe (1) erhält man:

$$(2) k = I + II + III + \dots$$

worin  $I = \frac{c}{\alpha}$ ;  $II = \frac{7,5 \beta \cdot \sin 1''}{\alpha} \cdot I^2$ , und  $\text{Log III} = \text{Log } 2 + 2 \cdot \text{Log II} - \text{Log I}$ .

In beiden Formeln ist angenommen, daß der größte Kreis zwischen dem Pole und dem Parallelkreise liegt; wenn das entgegengesetzte stattfindet, so ändert das zweite Glied sein Vorzeichen. Die erste Reihe dient um aus den Zeitintervallen den Fadenabstand abzuleiten, die letztere um aus diesem das Zeitintervall zu finden. Zur Bestimmung des Fadenabstands benutzte ich für jeden Ort alle Durchgänge der drei Bärensterne. Die Resultate an den drei Orten mußten sehr nahe gleich ausfallen, da die Fäden in den Jahren 1826 und 1827 nicht geändert waren.

Der Rechnung zum Grunde legte ich folgende Polhöhen und der Mitte der Beobachtungszeit entsprechenden scheinbaren Declinationen, für  $\gamma$  und  $\eta$  nach den Hülfsstafeln, aber für  $\zeta$  nach Piazzzi:

	in Jacobstadt.	in Hochland.	in Dorpat.
$\varphi =$	$56^\circ 30' 5''$	$60^\circ 5' 10''$	$58^\circ 22' 48''$
für $\eta$ Ursae, $\delta =$	$50^\circ 11' 4''$	$50^\circ 11' 8''$	$50^\circ 10' 52''$
— $\gamma$ ———	$54^\circ 39' 43''$	$54^\circ 39' 38''$	$54^\circ 39' 22''$
— $\zeta$ ———	$55^\circ 50' 12''$	$55^\circ 50' 15''$	$55^\circ 50' 0''$

Hiermit erhielt ich die folgenden Abstände in Zeit  $= c$  vom mittleren Faden für Lage I. Ost-Vertical. Die Anzahl der Bestimmungen ist in Klammern beige-  
gesetzt.



		I.	II.	IV.	V.
Jacobstadt 1826.	$\eta$ Urs. maj.	25,282 (24)	12,245 (24)	12,590 (23)	25,024 (23)
	$\gamma$ — —	25,321 (18)	12,276 (19)	12,549 (19)	24,981 (19)
	$\zeta$ — —	25,302 (18)	12,259 (19)	12,551 (20)	25,014 (17)
Hochland 1826.	$\eta$ — —	25,284 (22)	12,263 (23)	12,547 (23)	24,994 (23)
	$\gamma$ — —	25,279 (9)	12,331 (8)	12,512 (9)	24,994 (9)
	$\zeta$ — —	25,274 (18)	12,253 (19)	12,572 (19)	25,049 (27)
Dorpat 1827.	$\eta$ — —	25,285 (29)	12,286 (30)	12,564 (30)	25,004 (27)
	$\gamma$ — —	25,290 (17)	12,301 (18)	12,556 (17)	25,018 (18)
	$\zeta$ — —	25,299 (25)	12,283 (25)	12,548 (29)	24,992 (26)
Mittel für Jacobstadt 1826.		25,300 (60)	12,259 (62)	12,564 (62)	25,007 (59)
— — Hochland 1826.		25,281 (49)	12,270 (50)	12,550 (51)	25,011 (49)
— — Dorpat 1827.		25,291 (71)	12,290 (73)	12,556 (76)	25,005 (71)

Die Übereinstimmung der Fadenabstände an den drei Orten erscheint völlig befriedigend; indess legte ich für jeden Ort die eigenen zum Grunde, und erhielt damit folgende Zeitintervalle für den Durchgang durch den Ost-Vertical, die ich bei der sehr geringen Änderung der Declination für die ganze Beobachtungszeit constant annehmen durfte.

Lage I. Ost-Vertical.					Lage II. Ost-Vertical.			
	I.	II.	IV.	V.	I.	II.	IV.	V.
Jacobstadt.	$\eta$ 77,62	37,71	38,75	77,31	76,75	38,61	37,84	78,19
	$\gamma$ 144,21	70,42	73,09	146,58	142,62	72,09	71,38	148,25
	$\zeta$ 235,35	116,23	123,67	251,48	232,80	118,97	120,73	254,45
Hochland.	$\eta$ 62,84	30,51	31,30	62,41	62,14	31,24	30,57	63,11
	$\gamma$ 85,94	41,76	42,95	85,71	84,98	42,76	41,94	86,69
	$\zeta$ 97,43	47,38	48,79	97,44	96,34	48,51	47,64	98,54
Dorpat.	$\eta$ 68,60	33,38	34,19	68,19	67,83	34,10	33,47	68,98
	$\gamma$ 102,78	50,11	51,52	102,96	101,62	51,20	50,43	104,14
	$\zeta$ 124,39	60,76	62,67	125,45	123,03	62,07	62,34	126,87

Mit diesen Größen wurden alle Fäden auf den mittleren reducirt, und das Mittel der verschiedenen Bestimmungen ins Tagebuch eingesetzt. Die so gegebenen Durchgangszeiten sind die durch den mittleren Faden, aber noch nicht die durch den wahren Verticalkreis des Instruments, wenn die Gesichtslinie des mittleren Faden nicht senkrecht zur Achse und letztere nicht horizontal ist. Wegen der Neigung der Achse J im Ost-Vertical und J' = im West-Vertical, positiv wenn der nördliche

Zapfen, der höhere ist, mache man mit  $\mu = \frac{\sin \delta}{15 \alpha \sin \varphi}$ ,  $O' = O - \mu \cdot J$  und  $W' = W + \mu \cdot J'$ , wo  $O$  und  $W$  die beobachteten Durchgangszeiten im Ost- und West-Vertical sind. Dann ist  $\frac{O' + W'}{2} = D$  die Durchgangszeit des Sterns durch einen auf den Vertical des Instruments senkrechten Declinationskreis, während  $\frac{W' - O'}{2} = t'$  den Stundenwinkel des Sterns in Zeit für den Durchgang durch die Gesichtslinie bei horizontaler Stellung der Achse angibt, nachdem die gehörige Correction für den Gang der Uhr angebracht ist. Man berechne nun  $\varphi'$  durch  $\tan \varphi' = \frac{\tan \delta}{\cos 15 t'}$ ; oder indem man  $\frac{W - O}{2} = t$  setzt,  $\varphi$  durch  $\tan \varphi = \frac{\tan \delta}{\cos 15 t}$ , und  $\varphi' = \varphi + \frac{J + J'}{2}$ . Die Polhöhe  $\varphi'$  ist nur noch mit dem Fehler der Gesichtslinie behaftet. Dieser sei  $G$ , positiv wenn die Gesichtslinie südlich abweicht, so ist die verbesserte Polhöhe  $\varphi'' = \varphi' + \frac{G \sin \varphi'}{\sin \delta}$ . Das unbekannte  $G$  wechselt sein Zeichen bei den verschiedenen Lagen des Instruments. Bezeichnen wir also durch  $\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\psi''$  dieselben Größen für die zweite Lage des Instruments, wenn  $\varphi$ ,  $\varphi'$ ,  $\varphi''$  für Lage I. gelten: so ist

$$\psi'' = \psi' - \frac{G \sin \psi'}{\sin \delta} = \varphi'' \text{ und wir haben:}$$

$$\varphi'' = \psi'' = \frac{\varphi' + \psi'}{2} + \frac{G}{2 \sin \delta} (\sin \varphi' - \sin \psi') = \frac{\varphi' + \psi'}{2}$$

$$\text{und } G = (\psi' - \varphi') \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \varphi' + \sin \psi'} = \frac{\psi' - \varphi' \sin \delta}{2 \sin \varphi''}$$

Wenn nun ferner anderswoher die Correction der gebrauchten Uhr auf Sternzeit für das Moment  $D$  bekannt ist  $= \lambda$ , so gibt  $D + \lambda = D'$  die Sternzeit des Durchganges des Sterns durch den Declinationskreis senkrecht auf den Vertical des Instruments; und wenn  $AR$  die gerade Aufsteigung des Sterns ist,  $15 (AR - D') = B$  die östliche Abweichung des genannten Declinationskreises vom Meridian, und  $B \sin \varphi = A$  das Azimut des Verticals des Instruments vom Ostpunct nach Norden hin gerechnet. Man übersieht das  $B$  und  $A$  mit desto größerer Sicherheit erkannt werden, je genauer sich  $D$  bestimmen liefs, das heisst je weiter der Stern vom Scheitelpunct abstand um die Fäden nicht unter zu spitzem Winkel zu durchschneiden. Ich wählte daher zur Bestimmung von  $B$  und  $A$  vorzugsweise den Stern  $\eta$  Ursae maj. als den südlichsten der drei. Wenn  $B$  und  $A$  nicht  $= 0$  sind, so ist die gefundene Polhöhe

$\phi''$  jedes Mal zu groß. Die wahre Polhöhe sei  $\phi'''$ : so ist, wenn A und B in Bogensecunden ausgedrückt sind:

$$\phi''' = \phi'' - \frac{1}{2} A^2 \cdot \sin 1'' \cdot \cotang \phi = \phi'' - \frac{1}{2} B^2 \cdot \sin 1'' \cdot \sin 2\phi.$$

In den nachfolgenden Berechnungen liegen die scheinbaren Positionen von  $\gamma$  und  $\nu$  Ursae maj. nach Bessel aus Schumachers Hülftafeln zum Grunde, während ich für  $\zeta$  Ursae maj. die Decl. aus Piazzis und Bradlei mit Hülfe der Fundamenta ableitete. Aus diesen ergab sich Decl. med. für 1826,0 =  $55^\circ 50' 12''.617$ , und für 1827,0 =  $55^\circ 49' 53''.664$ . Hieraus wurden durch  $\log a' = 1,2771n$ ,  $\log b' = 9,5174$ ,  $\log c' = 9,7128$ ,  $\log d' = 9,8928n$  folgende scheinbare Declinationen abgeleitet.

1826	Decl. app. $\zeta$	1827	Decl. app. $\zeta$
20 Mai	$55^\circ 50' 10''.24$	19 Junius	$55^\circ 49' 58''.40$
30 —	12,31	29 —	59,27
9 Junius	14,02	9 Julius	59,65
19 —	15,30	19 —	59,56
		29 —	58,99
19 Julius	16,39	8 August	57,95
29 —	15,79	18 —	56,47
8 August	14,73		
18 —	13,24		

## BÄRENSTERNE IN JACOBSTADT. 1826.

$\gamma$  Ursae maj. ( $\mu = 0,189$ .)

Datum und Lage.		Neigungen.	$O' =$	$W' =$	$D =$	$-\Delta D$	$21' =$			$\psi'$
		$I \quad ; \quad J'$	$O - \mu J.$	$W + \mu J'$	$O' + W'$	täglich.	$W' - O'$	$15'$	$\delta$	und
			11 Uhr.	16 Uhr.	13 Uhr.		$+ 1'',128.$		$50^\circ$	$\phi'$
									$11'$	$56^\circ 30'$
24 Mai	I.	— 0,06; — 0,15	10 36,725	10 9,918	40 23,32	+	5,75	59 34,321	26 47,40	1,68 4,99
25 —	II.	— 0,54; — 1,12	30,932	4,202	17,57	+	5,37	34,398	47,98	1,90 5,40*
26 —	I.	+ 1,73; + 0,72	25,687	9 58,722	12,20	+	5,43	34,163	46,22	2,13 4,99
27 —	II.	+ 1,31; + 0,47	19,818	53,723	6,77	+	5,31	35,033	52,75	2,35 7,50*
30 —	II.	— 1,23; — 1,66	4,390	37,300	39 50,85	+	5,53	34,038	45,28	2,99 5,45*
31 —	I.	+ 0,02; — 0,73	9 59,011	31,628	45,32	+	5,41	33,745	43,09	3,20 4,88
4 Junius	II.	— 0,69; — 1,23	37,377	9,941	23,66	+	5,28	33,692	42,69	4,00 5,49*
6 —	I.	— 0,16; + 0,22	26,624	8 59,565	13,09	+	5,77	34,069	45,52	4,38 6,85
7 —	II.	— 0,75; — 1,09	21,072	53,587	7,32	+	5,27	33,643	42,32	4,56 5,86*
8 —	I.	+ 0,65; + 0,12	15,790	48,309	2,05	+	5,57	33,647	42,35	4,74 6,06
9 —	I.	+ 0,66; + 0,06	10,229	42,738	38 56,48	+	5,34	33,637	42,28	4,92 6,21
10 —	II.	— 0,59; — 0,76	5,118	37,170	51,14	+		33,180	38,85	5,09 5,16*

Die hier gegebenen  $-\Delta D$  sind der tägliche Gang der Uhr verbunden mit der Veränderung der AR des Sterns und einer möglichen Veränderung in  $B = \Delta B$ , welche wenn sie gleichförmig geschieht sich mit der Veränderung der AR vereinigt. Dafs  $\Delta B$  nicht erheblich ist ergibt sich daraus, dafs der mittlere Werth von  $-\Delta D = +5'',422$  ist und der mittlere Uhrgang  $+5'',511$  oben Seite 217 gefunden ward. Berechnet man die Uhr correction für  $W' - O' = 4$  Uhr  $59',6$  aus dem täglichen Werthe  $+5'',422$ , so ergibt sich dafs oben angewandte  $+1'',128$ , und bietet den Vortheil dafs der Einfluß der Veränderung der AR und der  $\Delta B$  aus der Rechnung eliminirt sind.

Im Mittel gibt die Lage I.  $\phi' = 56^\circ 30' 5'',663$ ; die Lage II. gibt  $\psi' = 56^\circ 30' 5'',810$ , und  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = +0'',073$ . Hierdurch erhält man folgende Reihe der einzelnen Polhöhen  $\phi''$ :

24 Mai	$56^\circ 30' 5'',06$	$-0'',68$	4 Junius	$56^\circ 30' 5'',42$	$-0'',32$
25 —	5,33	$-0,41$	6 —	6,92	$+1,18$
26 —	5,06	$-0,68$	7 —	5,79	$+0,05$
27 —	7,43	$+1,69$	8 —	6,13	$+0,39$
30 —	5,38	$-0,36$	9 —	6,28	$+0,54$
31 —	4,95	$-0,79$	10 —	5,09	$-0,65$

Mittel aus 12 Bestimmungen  $\phi'' = 56^\circ 30' 5'',56$

Bringt man an die Durchgangszeiten D die mit den Verticalkreisen bestimmten Uhr correctionen an und vergleicht die so erhaltenen Sternzeiten mit der AR, so ergeben sich die Abweichungen des auf den Vertical des Instruments senkrechten Declinationskreises vom Meridiane wie folgt. Hier sind natürlich nur die Tage benutzt worden, an denen unmittelbar die absolute Zeitbestimmung gemacht war.

1826	Beobacht. Durchg. D = 13 U.	Uhr cor- rection $\lambda =$	D' = D + $\lambda$ = 13 Uhr.	AR des Sterns = 13 Uhr 40'	$\frac{1}{15} B = \beta$	Nach der Formel.	Correct. der Formel.
24 Mai	40 23,32	+ 28,88	40 52,20	43,33	— 8,87	— 8,80	— 0,07
25 —	17,57	+ 34,69	52,26	43,31	— 8,95	— 8,92	— 0,03
26 —	12,20	+ 40,17	52,37	43,30	— 9,07	— 9,04	— 0,03
27 —	6,77	+ 45,73	52,50	43,28	— 9,22	— 9,18	— 0,04
30 —	39 50,85	+ 61,94	52,79	43,24	— 9,55	— 9,57	+ 0,02
7 Junius	7,32	+ 106,41	53,75	43,10	— 10,63	— 10,59	— 0,04
10 —	38 51,14	+ 122,66	53,80	43,05	— 10,75	— 10,97	+ 0,22
12 —	40,58	+ 133,82	54,40	43,01	— 11,39	— 11,23	— 0,16

Man sieht dafs  $\beta$  mit der Zeit immer größer negativ wird. Sucht man einen Ausdruck worin ein Glied der Zeit proportionirt ist, so findet sich für den x Junius

der Ausdruck  $\beta = -9'',692 - x. 0'',1280$  nach der Methode der kleinsten Quadrate, welcher die Beobachtungen mit den in der letzten Columnne angegebenen Abweichungen darstellt. Es ergibt sich also eine regelmässige der Zeit proportionirte Veränderung von  $\beta$ . Aus obigem folgt für  $A = 15\beta. \sin \varphi$  der Werth  $A = -2' 1'',23 - x. 1'',601$ , also am 24. Mai eine Abweichung des Verticals des Instruments von  $1' 50'',0$  und am 12. Junius von  $2' 20'',4$  im Bogen vom Ostpunct nach Süden, mit einer täglichen Veränderung von  $1'',60$ . Diese so regelmässige Veränderung war wahrscheinlicher Weise eine Folge der fortgehenden Austrocknung der frisch gemauerten Pfeiler. Dafs ihr Einflufs auf die Polhöhe durch die Rechnung eliminirt wurde, ist oben gesagt. Für die beiden Endwerthe von  $A$  beträgt  $-\frac{1}{2} A^2. \sin 1''. \cotang \varphi$  nun  $-0'',019$  und  $-0'',036$ , und im Mittel ist  $\varphi''' = \varphi'' - 0'',024 = 56^\circ 30' 5'',714$ .

$\gamma$  Ursae maj. ( $\mu = 0,377$ ).

Datum und Lage.	Neigungen.		$O' =$ $O - \mu J.$	$W' =$ $O + \mu J'$	$D =$ $\frac{O' + W'}{2}$	$-\Delta D$ täglich.	$2t =$ $W' - O'$ $+ 0'',636$	$15t'$	$\delta =$ $54^\circ$ $39'$	$\varphi'$ und $\psi'$
	J	J'								
			10 Uhr.	13 Uhr.	11 Uhr.		2 Uhr.	21°		56° 30'
24. Mai	I.	$-0'',15; -0'',26$	20 16,1108	26,006	44 21,06	$+ 5'',60$	48 10,532	1 18,99	42,14	4,86
25. —	II.	$-0,40; -1,26$	10,247	20,669	15,46	$+ 5,54$	11,058	22,93	42,25	5,61*
26. —	I.	$+ 1,78; + 1,15$	4,903	14,941	9,92	$+ 5,25$	10,674	20,06	42,36	5,25
27. —	II.	$+ 1,48; + 1,02$	19 59,119	10,215	4,67	$+ 5,31$	11,732	27,99	42,46	6,78*
29. —	I.	$+ 0,52; + 0,57$	48,989	7 59,082	45 54,04	$+ 5,39$	10,729	20,46	42,67	5,64
30. —	II.	$-1,22; -1,38$	43,774	53,524	48,65	$+ 5,74$	10,386	17,90	42,76	5,27*
31. —	I.	$+ 0,02; -0,38$	38,364	47,461	42,91	$+ 5,39$	9,733	13,00	42,85	4,49
4. Junius	II.	$-0,57; -0,93$	16,704	25,993	21,35	$+ 5,41$	9,925	14,44	43,16	5,05*
6. — —	I.	$+ 0,16; -0,11$	5,452	15,607	10,53	$+ 5,86$	10,791	20,93	43,29	6,34
7. — —	II.	$-0,60; -0,97$	18 59,883	9,458	4,67		10,211	16,58	43,35	5,62*

Das Mittel der  $-\Delta D$  ist  $+ 5'',456$ , und hiermit ist für 2 Uhr 48,2 die Correction  $+ 0'',636$  gebraucht. Für  $\varphi'$  ergibt sich das Mittel  $56^\circ 30' 5'',316$ ; für  $\psi'$  aber  $56^\circ 30' 5'',682$ ;  $\frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 0'',183$ , und dadurch erhält man folgende zehn einzelne

Polhöhen:  $\varphi'' =$

24. Mai	$56^\circ 30' 5'',04$	$- 0'',46$	30. Mai	$56^\circ 30' 5'',09$	$- 0'',41$
25. —	5,51	$+ 0,01$	31. —	4,67	$- 0,83$
26. —	5,43	$- 0,07$	4. Junius	4,87	$- 0,63$
27. —	6,60	$+ 1,10$	6. —	6,52	$+ 1,02$
29. —	5,82	$+ 0,32$	7. —	5,44	$- 0,06$

Mittel aus 10 Bestimmungen  $\varphi'' = 56^\circ 30' 5'',499$

$\varphi''' = 56^\circ 30' 5'',475$

## BÄRENSTERNE IN JACOBSTADT.

ζ Ursae maj. praec. ( $\mu = 0,639$ ).

Der hellere der beiden den Doppelstern bildenden ist beobachtet.

Datum und Lage.		Neigungen. J ; J'	O' = O — $\mu$ J	W = O + $\mu$ J'	D = O' + W' 2	— $\Delta D$ täglich.	2t = W' — O' + 0",383	15t	$\delta$ 55° 50'	$\phi'$ und $\psi'$
			12 Uhr.	14 Uhr.	13 Uhr.		1 Uhr.	12°		56° 30'
23. Mai	II.	+ 0",21; — 0",24	25 32",39	7 52",62	16 42",51	+ 5",65	42 20",62	47 34",66	10",87	8",64*
24. —	I.	— 0",19; — 0",31	27,928	45,999	36,96	+ 5",78	18,454	18,41	11,09	7,17
25. —	II.	— 0",85; — 1,36	21,601	40,753	31,18	+ 5",10	19,535	26,51	11,30	8,24*
26. —	I.	+ 1,33; + 0,97	17,320	34,845	26,08	+ 5",37	17,908	14,32	11,51	7,17
29. —	I.	+ 0,61; + 0,50	1,358	18,554	9,96	+ 5",58	17,579	11,84	12,10	7,49
30. —	II.	— 1,29; — 1,62	24 56,022	12,733	4,38	+ 5",45	17,094	8,20	12,29	7,30*
31. —	I.	+ 0,09; — 0,58	51,248	6,603	15 58,93	+ 5",39	15,738	46 58,04	12,48	6,42
4. Junius	II.	— 0,85; — 1,04	29,741	44,958	37,35	+ 5",35	15,600	46 57,00	13,19	7,04*
6. —	I.	— 0,34; + 0,14	18,262	35,024	26,64	+ 5",26	17,145	47 8,59	13,52	8,56
7. —	II.	— 0,94; — 1,01	13,148	29,607	21,38		16,842	6,31	13,68	8,05*

Auch hier zeigt sich noch, ohnerachtet der Stern den mittleren Faden schon unter einem sehr kleinen Winkel von nur 6°,1 durchschneidet, der regelmässige Gang der Uhr; der mittlere Werth von  $-\Delta D$  ist + 5",423, und gibt für 1 Uhr 42',3 die oben gebrauchte Verbesserung + 0",383. Das Mittel der  $\phi'$  ist = 56° 30' 7",362; das der  $\psi' = 56° 30' 7",850$ , und  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = + 0",244$ ; hiermit erhält man folgende zehn

Polhöhen  $\phi''$ :

23 Mai	56° 30' 8",40	+ 0",79	30 Mai	56° 30' 7",06	— 0",55
24 —	7,41	— 0,20	31 —	6,66	— 0,95
25 —	8,00	+ 0,39	4 Junius	6,80	— 0,81
26 —	7,41	— 0,20	6 —	8,80	+ 1,19
29 —	7,73	+ 0,12	7 —	7,79	+ 0,18

Mittel aus 10 Bestimmungen  $\phi'' = 56° 30' 7",606$  $\phi''' = 56° 30' 7",582$ 

Dafs ζ Ursae maj. eine zu grosse Polhöhe gibt, liegt an der Declination nach Piazzi und Bradley, die wie wir nachher sehen werden einer mittleren Correction von — 1",91 bedarf.

Anmerkung. Gleichzeitig mit ζ ist in Jacobstadt in beiden Verticalen auch der bekannte G Ursae maj. beobachtet worden, der 1' 20" in Zeit auf jenen folgt und 3',6 nördlicher ist. Die Beobachtungen mußten sowohl den Unterschied in AR als den in Decl. geben, ersteren mit geringerer Genauigkeit wegen des kleinen Winkels, unter welchem das Fadennetz durchschnitten wurde, letzteren dagegen mit einer Ge-

naugigkeit, die beinahe einzig von der Schärfe im Zielen abhängig ist. Offenbar kann man bei der Berechnung der relativen Lage der beiden Sterne das Instrument als völlig berichtigt ansehen, da der Einfluss des ganz kleinen Fehlers der Gesichtslinie für beide Sterne identisch ist, auch sich in der Zwischenzeit von ein Par Minuten die Neigung der Achse gleich geblieben sein muß. Der nördlichere Stern ist derjenige, dessen Stundenwinkel als der kleinere gefunden wird. Es sei für den Hauptstern der Stundenwinkel  $15^{\circ} = T$ , für den andern  $T + \omega$ , die beiden Declinationen  $\delta$  und  $\delta + x$ , so findet man aus

$$\tan \delta = \cos T \cdot \tan \varphi \text{ und } \tan (\delta + x) = \cos (T + \omega) \cdot \tan \varphi$$

$$\frac{\tan x}{1 - \tan \delta \cdot \tan x} = -2 \sin \frac{1}{2} \omega \cdot \sin (T + \frac{1}{2} \omega) \cdot \tan \varphi \cdot \cos \delta^2 = \rho;$$

Setzt man nun  $\rho: \sin 1'' = \sigma$ , so ergibt sich folgende Reihe:

$$x = \sigma - \tan \delta \cdot \sin 1'' \cdot \sigma^2 + (\tan \delta^2 - \frac{1}{3}) \sin^2 1'' \cdot \sigma^3 \dots\dots$$

Sind nun  $O$  und  $O + o$ ,  $W$  und  $W + w$  die Durchgangszeiten der beiden Sterne durch den mittleren Faden in beiden Verticalen; so ist  $\frac{o + w}{2} = \Delta AR$ , und  $7,5 \cdot (w - o) = \omega$ . Zur Reduction der Seitenfäden habe ich die sich aus unseren Beobachtungen durch eine vorläufige Rechnung folgende Decl. app. von  $G$  angewandt  $= 55^{\circ} 53' 48'',6$ , und so folgende Fadenintervalle gefunden:

	I.	II.	IV.	V.
Lage I. Ost-Vertical	246,44	121,91	130,19	265,30
— II. — —	243,80	124,77	127,09	268,44.

Die Vergleichung der Durchgänge von  $\zeta$  und  $G$  geben nun folgendes:

Datum und Lage.	o	w	$\Delta AR = \frac{o + w}{2}$	$w - o = \frac{1}{2} \omega$	x =	Differ. vom Mittel.	
						für $\Delta AR$ .	für x.
24. Mai I.	+ 3 41,18	— 1 0,88	+ 1 20,15	— 2 21,03	+ 3 37,69	+ 0,03	— 0,59
25. — II.	41,65	1,38	20,135	21,515	38,44	+ 0,02	+ 0,14
26. — I.	41,80	1,32	20,24	21,56	38,50	+ 0,12	+ 0,22
29. — I.	41,44	1,20	20,12	21,32	38,13	0,00	— 0,15
30. — II.	41,57	1,06	20,255	21,315	38,13	+ 0,14	— 0,15
31. — I.	41,38	1,44	19,97	21,41	38,27	— 0,14	— 0,01
4. Jun. II.	41,36	1,43	19,965	21,395	38,35	— 0,15	+ 0,07
6. — I.	41,58	1,57	20,005	21,575	38,53	— 0,12	+ 0,25
7. — II.	41,76	1,31	20,225	21,535	38,47	+ 0,12	+ 0,29

Zur Berechnung von  $\sigma$  habe ich den mittleren Werth von  $T = 12^{\circ} 47' 13'',0$  und  $T + \frac{1}{2} \omega = 12^{\circ} 29' 32'',4$  zum Grunde gelegt, hiermit  $\log \sigma = \log \frac{1}{2} \omega + 0,1891989$  erhalten, ferner  $x = \sigma - 0'',341$ . Dieses  $0'',341$  ist der Werth des zweiten Gliedes; das dritte ist gänzlich verschwindend.

## BÄRENSTERNE IN JACOBSTADT.

Im Mittel ergibt sich für den Unterschied der scheinbaren Örter von  $\zeta$  Urs. maj. prior und G, am 30. Mai 1826.

$$\Delta AR = + 1' 20, "118 \text{ mit dem w. F. } 0, "025 \text{ in Zeit}$$

$$x = \Delta \delta = + 3' 38, "28 - - - - 0, "060 \text{ in Bogen.}$$

Die w. F. beruhen auf denen einer einzelnen Bestimmung  $0, "076$  in  $\Delta AR$  und  $0, "180$  in  $\Delta \delta$ , wie sie aus den Abweichungen der einzelnen Bestimmungen vom Mittel abgeleitet sind. Setzt man den w. F. des Gehörs =  $a$  und den des Gesichts =  $b$  in Zeit, so ist bekanntlich für den Durchgang eines Sterns durch einen einzelnen Faden im Meridiane der w. F.  $e = \sqrt{a^2 + b^2 \cdot \sec^2 \delta}$ . Für die beliebige Aufstellung des Instruments wird aber  $e = \sqrt{a^2 + \frac{b^2}{\alpha^2}}$ , wenn  $\alpha = \cos(\delta + N)^{\frac{1}{2}} \cdot \cos(\delta - N)^{\frac{1}{2}}$ ,

hier  $\alpha = \sin(\phi + \delta)^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(\phi - \delta)^{\frac{1}{2}}$ . Nun ist, nach den Obs. Dorp., Vol. IV., pag. XVI.,  $a = 0, "0744$  und  $b = 0, "0203$ ; folglich erhalten wir für  $\zeta$  Ursae im ersten Vertical  $e = \sqrt{0,0744^2 + 0,1960^2} = 0, "2085$ , für G aber  $e = \sqrt{0,0744^2 + 0,2053^2} = 0, "2183$ . Fürs Mittel von 5 Fäden ergeben sich die w. F.  $0, "0932$  und  $0, "0976$ , und also für  $w$  und  $o$  der w. F.  $= \sqrt{0,0932^2 + 0,0976^2} = 0, "1350$ . Für  $\frac{w + o}{2}$  ergibt er sich  $= 0, "1350 : \sqrt{2} = 0, "0955 =$  dem w. F. in  $\Delta AR$  und in  $\frac{1}{\sqrt{2}} \alpha$  an jedem Tage. Endlich ist  $0, "0955 \cdot \text{num. log. } 0,18920 = 0, "148$  im Bogen der w. F. von  $x$  oder  $\Delta \delta$  an jedem Tage. Diese w. F. auf indirectem Wege gefunden,  $0, "096$  in Zeit und  $0, "148$  im Bogen, stimmen mit den direct gefundenen  $0, "076$  und  $0, "180$  so genau, als bei der geringen Zahl von Beobachtungen zu erwarten war.

## BÄRENSTERNE IN HOCHLAND. 1826.

Im Tagebuch, Seite 197, ist erwähnt, daß ungünstige Umstände, namentlich der Rauch von den Waldbränden, die Zahl der gelungenen Beobachtungen in Hochland sehr verminderten, zumal da die drei Bärensterne jetzt sehr in den Tag hineingerückt waren.



7 Ursae maj. ( $\mu = 0,147$ )

Datum und Lage.	Neigungen.		O' = O - $\mu$ J	W' = W + $\mu$ J'	D = O' + W' 2	— $\Delta D$ täglich.	$\frac{2t' =}{2}$ W' — O' + u	15t'	$\delta$ 50° 11'	$\phi'$ und $\psi'$
	J	J'								
			10 Uhr.	16 Uhr.	13 Uhr.		6 Uhr.	46°		60° 5'
27. Julius	II.	— 0,99; — 2,80	34 48,336	45 42,928	40 15,63	— 10,34	10 51,900	21 29,25	8,53	17,15*
28. —	I.	+ 3,02; + 1,68	35 0,956	50,979	25,97	— 10,62	47,375	20 55,31	8,49	1,72
29. —	I.	+ 2,59; + 0,36	11,532	46 1,645	36,59	— 10,44	47,396	20 55,47	8,45	1,77
30. —	II.	+ 0,91; — 0,09	19,597	14,467	47,03	— 10,80	52,097	21 30,73	8,41	17,72*
1. August	II.	+ 0,33; — 0,62	41,111	36,169	41 8,64	— 10,63	52,295	21 32,21	8,30	18,50*
2. —	I.	+ 1,00; — 0,17	53,916	44,627	19,27	— 10,81	47,943	20 59,58	8,24	3,47
4. —	I.	+ 0,87; + 0,47	36 15,400	47 6,381	40,89	— 11,07	48,157	21 1,17	8,11	4,07
9. —	II.	+ 2,28; + 1,82	37 8,605	48 3,908	42 36,26	— 11,71	52,361	21 32,70	7,70	17,99*
11. —	I.	+ 2,53; + 2,50	34,088	25,300	59,69	— 12,13	48,115	21 0,86	7,50	3,39
12. —	I.	+ 2,64; + 2,16	46,470	37,180	43 11,82	— 10,84	47,756	20 58,17	7,40	2,07
13. —	II.	+ 1,75; + 0,90	55,073	50,242	22,66	— 11,14	52,340	21 32,55	7,30	17,56*
14. —	I.	+ 1,24	38 8,446							

Ohnerachtet der Stern noch nicht 10° vom Scheitel vorbeigeht, beträgt die Zwischenzeit der östlichen und westlichen Beobachtung hier schon 6 Stunden 10,8. Da der Uhgang nicht so regelmäsig wie in Jacobstadt ist, so berechnete ich die Correction der Zwischenzeit für den Uhgang  $u = \frac{-\Delta D. 370,8}{1440}$  mit den zunächst gelegenen Werthen von  $-\Delta D$ . Das Mittel der  $\phi'$  ist 60° 5' 2,748, das der  $\psi'$  ist 60° 5' 17,744, und  $\frac{\phi' - \psi'}{2} = + 7,498$ ; hiermit erhält man folgende  $\phi''$ :

27. Julius	60° 5'	9,65	— 0,60	2. Aug.	60° 5'	10,97	+ 0,72
28. —		9,22	— 1,03	4. —		11,57	+ 1,32
29. —		9,27	— 0,98	9. —		10,49	+ 0,24
30. —		10,22	— 0,03	11. —		10,89	+ 0,64
1. Aug.		10,80	+ 0,55	12. —		9,57	— 0,68
				13. —		10,06	— 0,19

Mittel aus 11 Bestimmungen  $\phi'' = 60 5 10,246$

Die Lage des vom Instrument beschriebenen Verticals ergibt sich nun, aus der Vergleichung der beobachteten Sternzeiten der Durchgänge durch den auf den Vertical des Instruments senkrechten Declinationskreis mit der AR, wie folgt:

1826.	Beobachter Durchgang D	Uhr correction. $\lambda$	D + $\lambda$ = 13U 40'	AR des Sterns. 13U 40'	$\frac{1}{2}\beta$ B = $\beta$	Diff. vom Mittel.
27. Julius	13 40' 15,63	+ 29,04	44,67	41,97	- 2,70	+ 0,20
29. —	40 36,59	+ 8,51	45,10	41,92	- 3,18	- 0,28
12. August	43 11,82	- 2' 27,49	44,33	41,58	- 2,75	+ 0,15
13. —	43 22,66	- 2 38,12	44,54	41,56	- 2,98	- 0,08

Mittel - 2,905

Offenbar ist hier  $\beta$  gleich groß zu Anfang und Ende der Beobachtungszeit, und wir können es also als constant für die ganze Dauer ansehen; oder  $B = - 43,57$ , also  $A = - 43,57 \cdot \sin 60^\circ 5' = - 37,77$ . Um  $37,77$  also wich der Vertical des Instruments vom Ostpunkte nach Süden ab. Hiermit findet sich  $\varphi''' = \varphi'' - 0,002$ , und also aus  $\gamma$  Ursae maj.  $\varphi''' = 60^\circ 5' 10,244$ .

 $\gamma$  Ursae maj. ( $\mu = 0,214$ )

Datum und Lage.	Neigungen. J ; J'	O' = O - $\mu$ J.	W' = W + $\mu$ J'	D = O' + W' 2	- $\Delta D$ täglich.	$\frac{2t'}{2}$ = W' - O' +	15 t'	$\delta$ 54° 39'	$\varphi'$ und $\psi'$
		9 Uhr.	14 Uhr.	11 Uhr.		4 Uhr.	35°		60° 5'
27 Julius II.	- 0,81; - 1,10	21 5,626	7 17,083	44 11,35	"	46 9,327	46 9,95	40,62	15,94*
29 — I.	+ 1,59; + 0,99	30,179	35,392	44 32,79	- 10,72	3,119	45 23,40	40,29	1,17
9 August II.	+ 2,22; + 2,20	23 25,372	9 39,129	46 32,25	- 10,86	11,492	46 26,19	38,21	18,81*
12 — I.	+ 2,52; + 3,08	24 4,608	10 11,747	47 8,16	- 11,97	4,865	45 36,48	37,57	2,73
13 — II.	+ 0,81; + 1,52	12,708	25,703	47 19,21	- 11,05	10,815	46 21,11	37,36	16,45*
14 — I.	+ 1,44; + 1,64	26,272	33,987	47 30,13	- 10,92	5,535	45 41,51	37,15	3,92

Das Mittel der  $\varphi'$  ist  $60^\circ 5' 2,607$ , das der  $\psi'$  ist  $60^\circ 5' 17,067$ ;  $\frac{\varphi' - \psi'}{2} = + 7,230$

und damit  $\varphi''$ :

27 Julius	60° 5'	8,71	- 1,13	12 August	60° 5'	9,96	+ 0,12
29 —		8,40	- 1,44	13 —		9,22	- 0,62
9 August		11,58	+ 1,74	14 —		11,15	+ 1,31

Mittel aus 6 Bestimmungen  $\varphi'' = 60^\circ 5' 9,837$  $\varphi''' = 60^\circ 5' 9,835$

## 231

Datum und Lage.		Neigungen. J ; J'	$\Theta =$ O — $\mu$ J	$W' =$ W + $\mu$ J'	$D =$ O' + W'	— $\Delta D$ täglich.	$2t' =$ W' — O'	15 t'	$\delta$ 55° 50'	$\phi'$ und $\psi'$
			$\frac{2}{+ u}$							
			11 Uhr.	15 Uhr.	13 Uhr.		4 Uhr.	32°		60° 5'
27. Julius	II.	— 1,00; — 1,90	8 19,641	24 38,243	16 28,94	—	16 16,755	2 5,66	15,93	17,93*
29. —	I.	+ 2,32; + 1,00	43,803	55,691	49,75	— 10,91	10,063	1 15,47	15,77	4,16
30. —	II.	+ 0,89; + 0,23	50,554	25 10,021	17 0,29	— 10,54	17,553	2 11,65	15,69	19,31*
1. August	II.	+ 0,60; — 0,35	9 11,905	31,700	21,80	— 10,75	17,888	2 14,16	15,50	19,81*
2. —	I.	+ 0,99; + 0,61	26,125	38,554	32,34	— 10,54	10,519	1 18,90	15,40	4,76
4. —	I.	+ 1,09; + 0,98	47,667	26 0,346	54,01	— 10,84	10,751	1 20,48	15,19	5,00
9. —	II.	+ 2,30; + 2,22	10 59,166	59,425	18 49,30	— 11,06	18,152	2 15,99	14,58	19,63*
12. —	I.	+ 2,60; + 2,36	11 18,372	27 51,187	19 24,78	— 11,83	10,780	1 20,85	14,16	4,12

$$\frac{\varphi' - \psi'}{2} = + 7,332, \text{ womit } \varphi'' =$$

27. Julius	60° 5' 10",60	— 1",24	2. Aug.	60° 5' 12",09	+ 0",25
29. —	11,49	— 0,35	4. —	12,33	+ 0,49
30. —	11,98	+ 0,14	9. —	12,32	+ 0,48
1. Aug.	12,48	+ 0,64	12. —	11,45	— 0,39

$$\varphi''' = 60 \text{ } 5 \text{ } 11,840$$

$\eta$  Ursae maj. ( $\mu = 0,164.$ )

Datum und Lage.		Neigungen.		$O' =$	$W' =$	$D =$	$\Delta D$ täglich.	$2t' =$	$\delta$ 50° 10'	$\phi'$ und $\psi'$	
J ; J'		$O - \mu J$	$W + \mu J'$	$O' + W'$	$W' - O'$	$+ u$					
		10 Uhr.	16 Uhr.	13 Uhr.		5 Uhr.		42°		58° 22'	
27. Junius	II.	+ 2,15; + 2,25	51 19,057	36 31,812	40 55,44	39 12,466	—	1,23	24 3,50	51,48	51,19*
28. —	I.	— 1,52; — 0,68	21,182	32,159	56,67	10,704	—	1,16	23 50,28	51,58	45,89
2. Julius	I.	+ 1,05; + 1,62	25,870	36,785	41 1,33	10,644	—	1,07	49,85	51,95	46,02
4. —	II.	+ 0,40; + 1,42	27,260	39,707	3,48	12,176	—	1,23	24 1,32	52,10	50,87*
5. —	I.	+ 0,67; + 1,59	29,390	40,030	4,71	10,369	—	1,59	23 47,77	52,17	45,36
19. —	I.	+ 0,78; + 0,78	51,593	31 2,247	26,92	10,337	—	1,48	47,52	52,68	45,76
20. —	II.	+ 0,86; + 0,88	52,247	4,554	28,40	11,990	—	1,29	59,92	52,68	50,77*
23. —	I.	+ 1,58; + 1,43	56,952	7,563	32,26	10,294	—	1,40	47,21	52,66	45,61
30. —	II.	+ 0,01; — 0,02	52 6,024	18,041	42,03	11,705	—	1,41	57,79	52,45	49,75*
31. —	I.	— 0,91; — 0,38	7,859	19,015	43,44	10,844	—	1,27	51,33	52,40	47,08
2. Aug.	II.	— 0,59; — 1,27	9,921	22,036	45,98	11,803	—	1,08	58,52	52,29	49,90*
3. —	I.	— 0,38; — 0,63	11,232	22,889	47,06	11,343	—	1,41	55,09	52,23	48,45
4. —	II.	— 0,56; — 0,48	12,408	24,536	48,47	11,816	—	1,29	58,62	52,16	49,83*
6. —	I.	+ 0,12; + 0,03	15,330	26,765	51,05	11,123	—	1,57	53,42	52,01	47,56
7. —	I.	— 0,17; — 0,46	17,069	28,165	52,62	10,784	—	1,81	50,88	51,93	46,46
17. —	II.	+ 0,78; — 0,21	34,799	46,800	42 10,75	11,665	—		57,48	50,85	48,20*

Der Uthrgang ist zwar ein sehr gleichförmiger gewesen, indefs habe ich zur Berechnung von  $u$  zum Grunde gelegt:

vom 27. Junius bis	5. Julius	— $\Delta D$ = —	1,16
— 19. Julius	— 23. —	— — = —	1,345
— 30. —	— 7. Aug.	— — = —	1,324
für 17. August		— = —	1,81.

Wenn man die Werthe von  $\phi'$  und  $\psi'$  zusammenstellt, so findet sich, dafs die ersteren im zunehmen, die letzteren im abnehmen sind; dasselbe geben die andern Bärensterne nicht nur, sondern auch die kleinen dem Zenith ganz nahe beobachteten Sterne; so dafs man eine allmälige Abnahme der Abweichung der Gesichtslinie =  $G$  der Zeit proportional annehmen mufs. Setzt man für den Einflufs des Fehlers der Gesichtslinie  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = \gamma + (\text{Datum} - 25. \text{ Julius}) \cdot x$ , und behandelt nun die 16 Werthe von  $\phi'$  und  $\psi'$  nach der Methode der kleinsten Quadrate, so findet man für den  $n$ ten Julius  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = + 1,697 - (n - 25) \cdot 0,0404$ , wonach derselbe am 27. Junius  $+ 2,83$ , am 17. August aber nur  $+ 0,77$  ist, und sich ebenso für alle zwischen liegende Tage finden läfst. Bringt man die so gefundenen Werthe an die obigen  $\phi'$  und  $\psi'$  an, so erhält man folgende Reihe der Polhöhen  $\phi''$ :

27 Junius	58° 22' 48,36	+ 0,03	30 Julius	58° 22' 48,25	— 0,08
28 —	48,68	+ 0,35	31 —	48,54	+ 0,21
2 August	48,65	+ 0,32	2 August	48,52	+ 0,19
4 —	48,32	— 0,01	3 —	49,77	+ 1,44
5 —	47,87	— 0,46	4 —	48,53	+ 0,20
19 —	47,70	— 0,63	6 —	48,74	+ 0,41
20 —	48,87	+ 0,54	7 —	47,63	— 0,70
23 —	47,39	— 0,94	17 —	47,43	— 0,90

Mittel aus 16 Bestimmungen  $\phi'' = 58^\circ 22' 48,328$

Zur Bestimmung der Lage des vom Mittagsrohr beschriebenen Verticals dient folgendes. Aus den I. 212 gegebenen Correctionen der Angaben der Uhr von Hubert, wie ich sie durch Beobachtung von Gemma am Meridiankreise gefunden, und den im Tagebuch Seite 315 gegebenen Vergleichen der Zeiten dieser Uhr und der von Repsold, findet sich für 15 Uhr 27' R jedes Tages:

1827	H — R für 15 U. 27' R	Corr. v. R auf Stern- zeit für 15 U. 27' R	Täglicher Gang des Repsold.	1827	H — R für 15 U. 27' R	Corr. v. R auf Stern- zeit für 15 U. 27' R	Täglicher Gang des Repsold.
27. Junius	— 47,02	— 7,61	— 1,41	23. Julius	— 50,74	— 45,37	—
28. —	— 53,76	— 9,02	— 1,21	24. —	— 53,14	— 46,36	— 0,99
30. —	+ 0,25	— 11,44	— 1,07	25. —	— 55,64	— 47,76	— 1,40
2. Julius	— 3,30	— 13,58	— 1,19	26. —	— 58,17	—	— 1,41
4. —	— 8,00	— 15,96	— 1,37	28. —	— 63,26	— 51,98	— 1,67
5. —	— 10,09	— 17,33	— 1,51	30. —	— 68,65	— 55,32	— 1,36
6. —	— 12,32	— 18,64	— 1,51	31. —	— 71,37	— 56,68	— 1,28
10. —	— 22,17	— 24,69	— 1,86	2. August	— 77,02	— 59,25	— 1,38
13. —	— 29,05	— 30,26	— 1,68	3. —	— 79,69	— 60,63	— 1,36
17. —	— 37,79	— 36,99	— 1,49	7. —	— 90,86	— 66,05	— 1,87
19. —	— 41,91	— 39,97	— 1,25	17. —	— 62,98	— 84,77	—
20. —	— 43,95	— 41,22	— 1,38				

Aus den hier gegebenen Uhr correctionen für 15 Uhr 27' R lassen sich die für die beobachteten Durchgangszeiten von  $\eta$  einschalten. So erhält man folgendes:

1827.	Beobacht. Durchg. D = 13 U.	Uhr cor- rection = $\lambda$	D + $\lambda$ 13 Uhr.	AR des Sterns = 13 Uhr 40'	$\frac{1}{15} B = \beta$	Nach der Formel.	Correct. der Formel.
27. Junius	40 55,44	— 7,51	40 47,93	44,80	— 3,13	— 3,07	— 0,06
28. —	56,67	— 8,92	47,75	44,78	— 2,97	— 3,06	+ 0,09
2. Julius	41 1,33	— 13,50	47,83	44,69	— 3,14	— 3,02	— 0,12
4. —	3,48	— 15,87	47,61	44,64	— 2,97	— 3,01	+ 0,04
5. —	4,71	— 17,22	47,49	44,62	— 2,87	— 3,00	+ 0,13
19. —	26,92	— 39,87	47,05	44,28	— 2,77	— 2,88	+ 0,11
20. —	28,40	— 41,12	47,28	44,25	— 3,03	— 2,87	— 0,16
23. —	32,26	— 45,28	46,98	44,18	— 2,80	— 2,83	+ 0,05
30. —	42,03	— 55,21	46,82	44,01	— 2,81	— 2,79	— 0,02
31. —	43,44	— 56,58	46,86	43,98	— 2,88	— 2,78	— 0,10
2. August	45,98	— 59,15	46,83	43,93	— 2,90	— 2,77	— 0,13
3. —	47,06	— 60,53	46,53	43,91	— 2,62	— 2,76	+ 0,14
7. —	52,62	— 65,95	46,67	43,81	— 2,86	— 2,72	— 0,14
17. —	42 10,75	— 84,64	46,11	43,57	— 2,54	— 2,54	0,00

$\beta$  ist hier sehr wenig negativ abnehmend. Nach der Methode der kl. Q. findet man für den nten Juli  $\beta = -2'',874 + 0'',0083 \cdot (n - 20)$ , mit welcher Formel die beobachteten  $\beta$  bis auf die in der letzten Columne angegebenen Unterschiede übereinstimmen. Aus dem Ausdruck für  $\beta$  folgt für  $A = 15\beta \cdot \sin \varphi$  der Werth  $A = -36'',71 + 0'',106 (n - 20)$ , oder eine am 27. Juni  $39'',05$ , am 17. August aber  $33'',74$  im Bogen betragende Abweichung des Verticals des Instruments vom Ostpunct nach Süden. Für  $\varphi'''$  ergibt sich  $\varphi''' = \varphi'' - 0'',0020$  also aus  $\eta$  Ursae maj.  $\varphi''' = 58^\circ 22' 48'',326$ .

## BÄRENSTERNE IN DORPAT.

 $\gamma$  Ursae maj. ( $\mu = 0,261$ .)

Datum und Lage.		Neigungen. J ; J'	O' =	W' =	D =	- ΔD täglich.	2r' =	15r'	δ 54° 39'	φ' und ψ'
			O - μ J	W + μ J'	O' + W'		W' - O'			
			9 Uhr.	13 Uhr.	11 Uhr.		3 Uhr.	29°		58° 22'
30 Junius	II.	- 0,70; - 0,66	45 55,195	43 57,775	44 56,49	- 1,18	58 2,393	45 17,95	24,58	50,13*
2 Julius	I.	+ 1,10; + 1,12	58,757	58,935	58,85	- 1,07	57 59,991	44 59,94	24,48	45,44
4 —	II.	+ 0,36; + 1,06	59,600	44 2,395	45 1,00	- 1,58	58 2,608	45 19,56	24,36	50,34*
17 —	II.	+ 0,21; + 0,09	46 20,002	23,024	21,51	- 1,64	2,801	21,01	25,18	49,60*
19 —	I.	+ 1,06; + 0,78	24,475	25,133	24,80	- 1,28	0,437	3,27	22,94	46,08
23 —	I.	+ 1,49; + 1,55	29,068	30,745	29,91	- 1,30	1,456	10,92	22,40	46,27
25 —	II.	- 2,18; - 2,04	30,402	34,620	32,51	- 1,40	3,997	29,97	22,11	50,87*
30 —	II.	+ 0,68; - 0,37	37,773	41,658	39,72	- 1,30	3,664	27,48	21,31	49,46*
31 —	I.	- 0,47; - 0,98	39,719	42,313	41,02	- 1,36	2,373	17,80	21,15	46,84
2 August	II.	- 1,17; - 1,54	41,702	45,785	43,75	- 1,11	3,862	28,97	20,80	49,38*
3 —	I.	- 0,22; + 0,08	43,065	46,658	44,86	- 1,39	3,372	25,29	20,62	48,29
7 —	I.	+ 0,27; - 0,33	48,828	52,046	50,44		2,997	22,48	19,85	46,82

Zur Berechnung von  $u$  wurde  $-\Delta D = -1'',13$  bis zum 4. Juli, und  $= -1'',38$  vom 17. Juli bis 7. August zum Grunde gelegt.

Unter Annahme der allmäligen gleichförmigen Veränderung der Gesichtslinie finden wir nach der Methode der kleinsten Quadrate für den nten Juli  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = +1'',535 - 0'',0368 (n - 25)$ , und hierdurch die einzelnen Polhöhen  $\phi''$ , wie folgt:

30. Jun.	58° 22' 47,68	- 0,50	25. Jul.	58° 22' 49,33	+ 1,15
2. Jul.	47,82	- 0,36	30. —	48,11	- 0,07
4. —	48,04	- 0,14	31. —	48,15	- 0,03
17. —	47,77	- 0,41	2. Aug.	48,14	- 0,04
19. —	47,84	- 0,34	3. —	49,49	+ 1,31
23. —	47,87	- 0,31	7. —	47,88	- 0,30

Mittel aus 12 Bestimmungen  $\phi'' = 58\ 22\ 48,176$

$\phi''' = 58\ 22\ 48,174$

BÄRENSTERNE IN DORPAT.

235

ζ Ursae maj. pr. ( $\mu = 0,322$ .)

Datum und Lage.	J ; J'	O' = O - $\mu$ J	W' = W + $\mu$ J'	D = O' + W'	— $\Delta D$ täglich.	$\frac{2t' =}{2}$ W' — O'	15 t'	$\delta$ 55° 49'	$\phi'$ und $\psi'$
		11 Uhr.	14 Uhr.	13 Uhr.		3 Uhr.	24°		58° 22'
27. Junius II.	+ 2,78; + 2,33	37 52,434	56 45,313	17 8,87	— 1,12	19 12,724	54 5,43	59,13	52,78*
28. — I.	— 1,58; — 0,97	35,295	44,682	9,99	— 1,20	9,232	53 39,24	59,20	47,44
30. — II.	— 0,40; — 0,18	36,019	48,784	12,40	— 1,08	12,610	54 4,57	59,33	52,78*
4. Julius II.	+ 0,83; + 1,06	40,414	53,003	16,71	— 1,36	12,434	3,26	59,52	52,70*
6. — I.	+ 0,60; + 0,48	44,702	54,159	19,43	— 1,40	9,269	53 39,51	59,59	47,84
10. — I.	+ 0,58; + 0,07	50,319	50,736	25,03	— 1,69	9,212	39,09	59,66	47,82
19. — I.	+ 0,83; + 0,91	38 5,559	57 14,927	40,24	— 1,37	9,180	38,85	59,56	47,69
23. — I.	+ 1,28; + 1,81	10,813	20,377	45,70	— 0,86	9,576	41,82	59,39	48,14
24. — II.	— 1,21; — 1,38	10,320	22,822	46,56	— 1,53	12,314	54 2,35	59,33	52,31*
26. — I.	— 1,04; — 1,11	14,546	24,722	49,63	— 1,41	9,988	53 44,91	59,21	48,60
30. — II.	+ 0,09; — 0,24	19,369	31,185	53,28	— 1,24	11,628	57,21	58,91	50,87*
31. — I.	— 0,70; — 0,60	21,372	31,661	56,52	— 1,37	10,101	45,57	58,82	48,34
2. August II.	— 1,32; — 1,65	23,165	35,350	59,26	— 1,10	11,997	59,97	58,63	51,16*
3. — I.	— 0,37; — 0,41	24,685	36,042	18 0,36	— 1,56	11,169	53,76	58,53	49,77
4. — II.	— 0,50; — 0,61	25,819	38,014	1,92	— 1,69	12,007	54 0,05	58,42	50,96*
17. — II.	+ 1,00; 0,00	47,496	60,202	23,85		12,501	3,76	56,64	50,04*

Zur Berechnung von u habe ich angenommen:

vom 27. Junius bis 6. Julius —  $\Delta D = - 1,12$

am 10. Julius = — 1,55

vom 19. — — 4. August = — 1,36

am 17. August = — 1,69.

Behandelt man die  $\phi'$  und  $\psi'$  wie bei den andern Sternen: so findet sich für den nten

Julius  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = + 1,485 - 0,0515 (n - 25)$ , und die einzelnen Polhöhen  $\phi''$ :

27. Jun.	58° 22' 49,85	— 0,18	24. Jul.	52° 22' 50,77	+ 0,74
28. —	50,32	+ 0,29	26. —	50,04	+ 0,01
30. —	50,00	— 0,03	30. —	49,64	— 0,39
4. Jul.	50,13	+ 0,10	31. —	49,52	— 0,51
6. —	50,31	+ 0,28	2. Aug.	50,08	+ 0,05
10. —	50,08	+ 0,05	3. —	50,80	+ 0,77
19. —	49,49	— 0,54	4. —	49,98	— 0,05
23. —	49,73	— 0,30	17. —	49,74	— 0,29

Mittel aus 16 Bestimmungen  $\phi'' = 58 22 50,030$

$\phi''' = 58 22 50,028$

### ZUSAMMENSTELLUNG DER AUS DEN BÄRENSTERNEN ERHALTENEN RESULTATE.

Offenbar giebt  $\zeta$  an allen drei Orten eine zu grofse Polhöhe, wegen der zu gro-  
sen zum Grunde gelegten Declination nach Piazzzi und Bradley. Vergleichen wir  
die Mittel der Polhöhen aus  $\eta$  und  $\gamma$ , bei welchen Bessels Declinationen zum Grun-  
de liegen, mit der aus  $\zeta$ : so haben wir wegen  $\Delta\delta = \frac{\sin 2\delta}{\sin 2\phi} \cdot \Delta\phi$ :

	in Jacobstadt.	in Hochland.	in Dorpat.
Aus $\eta$ und $\gamma$ , $\phi''' =$	$56^{\circ} 30' 5'' 595$	$60^{\circ} 5' 10'' 040$	$58^{\circ} 22' 48'' 250$
— $\zeta$	$= \underline{7,582}$	$\underline{11,840}$	$\underline{50,028}$
$\Delta\phi =$	$- 1,987$	$- 1,800$	$- 1,778$
$\Delta\delta =$	$- 2,006$	$- 1,935$	$- 1,850$

Das Mittel dieser  $\Delta\delta$  ist  $= - 1,930$  und folglich die mittlere Declination von  $\zeta$  Urs.  
maj. pr. 1826  $= 55^{\circ} 50' 10'' 687$ . Berechnet man mit diesem mittleren  $\Delta\delta$ , für jeden  
Ort  $\Delta\phi$ , so erhält man die drei Werthe  $\Delta\phi = - 1,912$ ;  $- 1,795$  und  $- 1,854$ , wel-  
che an die oben gefundenen  $\phi'''$  aus  $\zeta$  anzubringen sind.

Reducirt man nun die Polhöhen auf die Hauptpuncte mit den oben, Seite 210,  
gegebenen Quantitäten, so erhält man folgende

#### Polhöhen aus den Bärensternen.

für Jacobstadt Endpunct.    für Hochland Zelt I.    für Dorpat Thurmmitte.

	w. F.		w. F.		w. F.
Aus $\eta$ $56^{\circ} 30' 4'' 832$	$0,132$	$60^{\circ} 5' 10'' 244$	$0,138$	$58^{\circ} 22' 47'' 651$	$0,114$
— $\gamma$ $4,593$	$0,145$	$9,835$	$0,401$	$47,479$	$0,132$
— $\zeta$ $4,788$	$0,145$	$10,045$	$0,160$	$47,479$	$0,114$

Hiermit sind endlich die:

#### Amplituden aus den Bärensternen.

	H — J	w. F.	D — J	w. F.	H — D	w. F.
$\eta$ Ursae maj.	$3^{\circ} 35' 5'' 412$	$0,191$	$1^{\circ} 52' 42'' 799$	$0,174$	$1^{\circ} 42' 22'' 613$	$0,179$
$\gamma$ — —	$5,242$	$0,426$	$42,886$	$0,196$	$22,356$	$0,422$
$\zeta$ — —	$5,257$	$0,216$	$42,691$	$0,184$	$22,566$	$0,196$
Mittel	$3^{\circ} 35' 5,334$	$0,136$	$1^{\circ} 52' 42,788$	$0,106$	$1^{\circ} 42' 22,571$	$0,126$



Für die Correction der Gesichtslinie  $G$  erhielten wir durch jeden Stern  $\frac{\psi' - \varphi'}{2}$   
und  $G = \frac{\psi' - \varphi'}{2} \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \varphi}$ . Hiermit war:

$$\text{in Jacobstadt aus } \eta \text{ Urs. maj. } \frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 0,073; G = + 0,067$$

$$- \gamma - - - = + 0,183; - = + 0,179$$

$$- \zeta - - - = + 0,244; - = + 0,242$$

$$\text{Mittel } G = + 0,163;$$

$$\text{in Hochland aus } \eta \text{ Urs. maj. } \frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 7,498; G = + 6,647$$

$$- \gamma - - - = + 7,230; - = + 6,806$$

$$- \zeta - - - = + 7,332; - = + 7,000$$

$$\text{Mittel } G = + 6,818;$$

in Dorpat für nten Julius

$$\text{aus } \eta \text{ Urs. maj. } \frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 1,697 - 0,0404 (n-25); G = + 1,531 - 0,0364 (n-25)$$

$$- \gamma - - - = + 1,535 - 0,0368 (n-25); - = + 1,470 - 0,0353 (n-25)$$

$$- \zeta - - - = + 1,485 - 0,0515 (n-25); - = + 1,443 - 0,0500 (n-25)$$

$$\text{Mittel } G = + 1,481 - 0,0406 (n-25).$$

Die wahrscheinlichen Fehler der Polhöhen ergeben sich aus folgenden Betrachtungen. In Jacobstadt und Hochland sind aus den Beobachtungen zwei unbekannte Größen, die Polhöhe und  $G$ , der Fehler der Gesichtslinie, bestimmt; in Dorpat außerdem noch die tägliche Veränderung von  $G$ . Ist daher  $Q$  die Summe der Quadrate der Abweichungen der  $m$  einzelnen Polhöhen vom Mittel, wie sie an ihrer Stelle angegeben, so ist  $0,6745 \cdot \sqrt{\frac{Q}{m-2}}$  und  $0,6745 \cdot \sqrt{\frac{Q}{m-3}}$  der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Polhöhe, welcher mit  $\sqrt{m}$  dividirt den des Mittels gibt. Nun findet sich:

	$m$	$Q$	w. F. einer Bestimmung	w. F. des Mittels.
In Jacobstadt für $\eta$	12	7,14	0,570	0,165
$\gamma$	10	3,83	0,467	0,148
$\zeta$	10	4,17	0,487	0,154
In Hochland — $\eta$	11	4,91	0,498	0,150
$\gamma$	6	8,50	0,983	0,401
$\zeta$	8	2,87	0,466	0,165
In Dorpat — $\eta$	16	5,66	0,445	0,111
$\gamma$	12	3,97	0,448	0,129
$\zeta$	16	2,21	0,278	0,070

Mit Ausnahme von  $\gamma$  in Hochland ist der w. F. einer einzelnen Bestimmung für die verschiedenen Orte und Sterne ziemlich gleich. Die Ursache der größeren Unsicherheit von  $\gamma$  in Hochland liegt in den ungünstigen Umständen, die vorzüglich für diesen Stern obwalteten, der oft nur an wenig Fäden und mit geringer Zuverlässigkeit sich beobachten liefs. Zufällig scheint  $\zeta$  Ursae maj. in Dorpat eine genauere Übereinstimmung als die andern Sterne zu gewähren, welches zwar zum kleinen Theil seinem geringeren Abstand vom Scheitel zugeschrieben werden kann. Mit Ausschluss des Sterns  $\gamma$  in Hochland finden wir im Mittel den w. F. einer einzelnen Polhöhe 0,457; woraus sich durch 0,457:  $\sqrt{m}$  die endlichen Werthe der w. F. des Mittels ergeben, wie sie neben den Polhöhen oben angeführt sind. Für  $\gamma$  in Hochland ist der w. F. = 0,983:  $\sqrt{m}$  gesetzt.

Man setze den wahrscheinlichen Werth des Fehlers in der beobachteten Neigung der Achse =  $p$ , den der Unregelmäßigkeit der Gesichtslinie =  $q$ , den der Uhr correction für den von der Culmination an gerechneten Stundenwinkel =  $r$ , den des Gehörs =  $s$  und den des Gesichts =  $v$ , beide für den Durchgang durch einen einzelnen Faden, alle in Bogentheilen ausgedrückt: so entsteht für den Durchgang des Sterns durch den Vertical aus der Gesamtwirkung der w. F. =  $f$ , und für den aus beiden Durchgängen gefolgerten Stundenwinkel  $T$  der w. F. =  $dT = f \sqrt{\frac{1}{2}}$ . Ist nun der Stern in jedem Vertical an  $m$  Fäden beobachtet, und bedeutet  $\alpha$  wie immer  $\sin(\phi + \delta)^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(\phi - \delta)^{\frac{1}{2}}$ , so hat man folgenden Ausdruck:

$$dT = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left( \left( \frac{\sin \delta}{\alpha \sin \phi} \cdot p \right)^2 + \left( \frac{q}{\alpha} \right)^2 + r^2 + \frac{s^2}{m} + \frac{v^2}{m \alpha^2} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Aus der ursprünglichen Gleichung  $\tan \phi = \tan \delta \cdot \cos T$ , folgt aber durch Differentiirung:

$$d\phi = \frac{1}{2} \sin 2\phi \cdot \tan T \cdot dT = \frac{\sin \phi}{\sin \delta} \cdot \sin(\phi + \delta)^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(\phi - \delta)^{\frac{1}{2}} \cdot dT = \frac{\alpha \sin \phi}{\sin \delta} \cdot dT.$$

Setzt man hierin den oben gefundenen Werth von  $dT$ , so findet sich der wahrscheinliche Fehler einer Polhöhe:

$$d\phi = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left( p^2 + \left( \frac{\sin \phi}{\sin \delta} \right)^2 \cdot \left( q^2 + \frac{v^2}{m} \right) + \left( \frac{\alpha \sin \phi}{\sin \delta} \right)^2 \cdot \left( r^2 + \frac{s^2}{m} \right) \right)^{\frac{1}{2}}$$

Aber  $\frac{\sin \phi}{\sin \delta}$  läßt sich durch eine Reihe ausdrücken und wird dann  $1 + \frac{\alpha^2}{2 \sin \delta^2} - \frac{\alpha^4}{8 \sin \delta^4} \dots$

woraus  $\left( \frac{\sin \phi}{\sin \delta} \right)^2 = 1 + \frac{\alpha^2}{\sin \delta^2} + 0 \text{ (Null)} \alpha^4 \dots$  folgt. Substituirt man dieses, so wird

$$d\phi = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left( p^2 + q^2 + \frac{v^2}{m} + \left( \frac{q^2}{\sin \delta^2} + r^2 + \frac{s^2}{m} + \frac{v^2}{m \sin \delta^2} \right) \alpha^2 + \frac{mr^2 + s^2}{m \sin \delta^2} \alpha^4 + \dots \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Für unser Instrument ist, nach Obs. Dorp., Vol. IV., Seite XVII.,  $s = 1,116$ ,  $v = 0,304$  aus Meridiandurchgängen bekannt. Die Zahl der Fäden ist  $m = 5$  bei den Bärensternen. Ich setze  $p = 0,25$ ,  $q = 0,25$ , Werthe, die der Wahrheit wohl sehr nahe sein mögen. Für  $r$  kann kein constanter Werth gesetzt werden, weil es mit dem Stundenwinkel  $T$  wachsen muß. Sieht man die Ungleichheiten der einzelnen Schläge einer Uhr als bloß zufällig an, so ist  $r = \rho \sqrt{T}$ . Die große Regelmäßigkeit unserer Repsoldschen Uhr gestattet keinen größern Werth von  $r$  für 24 Stunden als 0,2 in Zeit = 3,0 im Bogen, woraus  $r = 3,0 \sqrt{\frac{T}{360}}$ , also  $r^2 = 9,0 \cdot \frac{T}{360} = \frac{1}{40} T$  folgt, wenn  $T$  in Graden ausgedrückt ist. Substituirt man diese Werthe, so ergibt sich:

$$d\phi = \left( 0,07174 + \left( 0,12454 + \frac{1}{3200} T^2 + \frac{0,04049}{\sin \delta^2} \right) \alpha^2 + \frac{\frac{1}{3200} T^2 + 0,12454}{\sin \delta^2} \alpha^4 + \dots \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Da  $\alpha$  immer kleiner wird je näher der Stern beim Scheitel vorbeigeht, so wird die Gränze von diesem Werthe  $d\phi = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left( p^2 + q^2 + \frac{v^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,07174^{\frac{1}{2}} = 0,2678$  sein, für alle Polhöhen identisch. Aber auch für alle Sterne, die innerhalb weniger Grade vom Scheitelpunct vorbeigehen, ändert sich  $d\phi$  sehr wenig, wie man am besten sieht, wenn wir den Werth desselben, z. B. für Dorpats Polhöhe  $58^\circ 23'$  und für  $(\phi - \delta)$  von  $10^\circ$  an berechnen. Wir finden nemlich

$\delta =$	$d\phi =$	$\delta =$	$d\phi =$
$48^\circ 23'$	0,504	$55^\circ 23'$	0,504
$50 \quad 23$	0,435	$56 \quad 23$	0,288
$52 \quad 23$	0,375	$57 \quad 23$	0,276
$54 \quad 23$	0,325	$58 \quad 23$	0,268

Statt  $d\phi = 0,268$  bei 5 Fäden ganz in der Nähe des Scheitels, würden wir, wenn nur an 1, 2, 3 oder 4 Fäden beobachtet wäre,  $d\phi = 0,330$ ,  $0,293$ ,  $0,270$  und  $0,272$  gefunden haben. Die kleine Tafel gibt für  $\gamma$  Urs. maj.  $d\phi = 0,442$  für  $\zeta$  aber  $0,297$ ; dafür haben wir direct oben gefunden  $0,445$  und  $0,278$  sehr, nahe übereinstimmend, während  $\gamma$  der am wenigsten günstige Stern für  $0,319$  uns  $0,448$  gibt. Für die andern Orte sind die beobachteten w. F. entschieden etwas größer als die obige Betrachtung sie fordert, woraus wir folgern müssen, daß  $p = q = 0,25$  noch etwas zu schwache Werthe sind. In Dorpat wurde die Achse häufiger nivellirt, d. h., fast bei jedem Durchgange, während dieß nicht so regelmäßig an den andern Orten geschah. Es mag daher wohl für Jacobstadt und Hochland  $p$  größer als  $0,25$  gewesen sein.

In Hochland ist die Zwischenzeit der beiden Durchgänge von  $\gamma$  Ursae maj. über 6 Stunden, obgleich der Stern noch nicht  $10^\circ$  vom Scheitel vorbeigeht. Die Sicherheit der Polhöhe hängt in einem solchen Falle schon sehr wesentlich von dem gleichförmigen Gang der Uhr während 24 Stunden ab.

### III. POLHÖHEN AUS DEN AN JEDEM ORTE MIT DEM MITTAGS-ROHR IM ERSTEN VERTICAL BEOBACHTETEN DEM ZENITH SEHR NAHE VORBEIGEHENDEN STERNEN, UNTER ANWENDUNG DER AM ABOER UND DORPATER MERIDIANKREISE BESTIMMTEN DECLINATIONEN.

Um für die Amplituden unter Anwendung des Mittagsrohrs eine vom Gange der Uhr fast unabhängige Bestimmung zu erhalten, beobachtete ich an jedem der drei Orte mehrere kleine Sterne, die sehr nahe beim Scheitel vorbei gingen; und begründete die Polhöhen auf den Declinationen dieser Sterne, welche theils auf der hiesigen Sternwarte, theils von meinem verehrten Freunde Argelander auf der Aboer, an den Reichenbachschen Meridiankreisen dieser astronomischen Anstalten bestimmt wurden. Es ist klar, daß sich hieraus Amplituden zwischen den drei Hauptpunkten ergeben, die eigentlich mit dem Limbus der beiden Meridiankreise gemessen sind. Die zeitraubenden Berechnungen sind gedoppelt geführt, theils von meinem jetzigen Mitarbeiter bei der Fortsetzung der Gradmessung durch Finnland, Herrn Capitain vom Generalstabe Oberg, theils von mir.

In Jacobstadt sind 4 Sterne beobachtet, die im Tagebuch als P. XVII 22, Anonyma I, II, III bezeichnet sind, in Hochland drei Sterne, Anon. IV, V, VI, in Dorpat 4 Sterne, Anon. VII, VIII, IX, X. Da Anon. II nur zwei Mal in Jacobstadt beobachtet ist, so wurde dieser Stern ausgeschlossen.

Die genäherten mittleren Örter dieser Sterne nebst den Constanten zur Reduction der Declinationen sind folgende:

Bezeichn. n. d. AR.	Bezeichn. im Tageb.	AR med. 1829,0	Decl. med 1829,0	Log a'	Log b'	Log c'	Log d'
Stern 1	Anon. I	255 37,5	56 22,0	0,69712n	9,98618	0,01991	9,31536n
2	P.XVII <sup>22</sup>	256 8,0	55 59,6	0,68180n	9,98715	0,02015	9,29814n
3	An. III	267 40,5	56 25,4	9,91038n	9,99964	0,03039	8,52891n
4	— IV	282 51,5	59 48,3	0,64961	9,98897	0,02568	9,28408
5	— VII	283 40,5	57 59,8	0,67587	9,98752	0,02284	9,30207
6	— V	284 56,2	59 52,9	0,71340	9,98507	0,02263	9,34821
7	— IX	286 43,5	58 11,6	0,76126	9,98123	0,01812	9,38839
8	— VIII	287 7,5	58 2,4	0,77122	9,98031	0,01728	9,39763
9	— VI	290 25,2	60 0,9	0,84490	9,97181	0,01225	9,48029
10	— X	292 5,2	58 14,7	0,87740	9,96690	0,00702	9,50478

Sowohl in Abo als hier bemühten sich die Beobachter alle Sterne an denselben Abenden zu erhalten, um die endlichen Amplituden so genau als möglich durch die Differenzen der Declinationen zu bestimmen. Die unvollständigen Tage wurden daher von mir nicht mit berücksichtigt.

Von Argelander erhielt ich in einem Schreiben vom 4. Sept. 1829 mitgeteilt folgende:

scheinbare Declinationen in ABO am Meridiankreise von  
Reichenbach beobachtet.

1829	Kreis.	Stern 1.	2	3	4	5
10. Julius	West	56° 22' 2,3	55° 59' 33,6	56° 25' 24,3	59° 48' 19,1	57° 59' 47,1
11. —		3,0	34,3	24,5	19,8	47,5
12. —		4,0	35,2	27,6	22,4	47,8
23. August		8,4	41,3	35,0	33,2	60,0
22. Julius	Ost	5,1	37,4	26,7	23,7	51,3
24. —		4,0	36,7	27,9	24,0	50,4
25. —		5,7	37,0	29,4	25,2	51,8
27. —		5,1	39,7	29,9	26,4	52,7
4. August		6,0	38,9	30,4	26,8	54,4
		Stern 6.	7	8	9	10
10. Julius	West	59° 52' 53,0	58° 11' 35,9	58° 2' 24,5	60° 0' 52,8	58° 14' 41,8
11. —		52,9	37,6	25,5	53,6	42,3
12. —		55,3	39,9	26,5	56,4	43,4
23. August		66,1	51,1	38,8	68,1	55,4
22. Julius	Ost	56,1	41,7	30,8	58,4	45,3
24. —		56,7	42,4	31,3	59,6	45,8
25. —		57,3	41,4	30,3	60,2	46,3
27. —		58,7	44,5	32,5	59,6	48,8
4. August		60,8	43,4	33,6	62,4	48,9

In Dorpat beobachtete Preufs diese Sterne in den drei Jahren 1828, 1829, 1830, freilich ungünstiger Witterung wegen minder häufig als gewünscht war, wobei der Stern 10 im Jahre 1828 durch Verwechslung mit einem andern ausgefallen war.

**Scheinbare Declinationen in DORPAT am Meridiankreise von  
Reichenbach beobachtet.**

	Kreis.	Stern 1	2	3	4	5
1828						
14. Junius	West	56° 21' 55,24	55° 59' 28,76	56° 25' 13,89	59° 48' 5,06	57° 59' 32,00
21. —		59,20	31,80	15,22	6,64	34,40
23. —		59,01	32,51	17,43	5,93	34,51
24. —		59,68	32,02	18,03	8,03	35,41
25. —		60,17	33,10	17,82	8,54	35,80
6. Julius	Ost	63,06	34,67	21,99	11,76	39,01
12. —		62,56	36,77	24,48	15,20	41,50
16. —		65,62	38,72	25,94	16,43	42,80
19. —		65,92	40,23	24,34	15,62	44,10
21. —		64,74	37,55	26,06	16,79	43,90
1829						
24. Junius	West	56,07	28,65	18,89	14,20	41,31
25. —		58,57	29,68	18,49	16,05	43,21
3. Julius		59,36	33,39	24,39	18,45	44,06
6. —		61,21	33,19	22,04	20,09	46,66
12. —		62,51	34,44	24,39	19,85	48,06
14. —		62,91	34,49	23,39	20,96	48,46
23. Julius	Ost	63,51	36,56	26,70	22,27	50,43
25. —		65,99	36,51	27,16	24,86	52,23
1830						
26. Julius	West	58,68	31,47	27,72	27,33	56,07
28. —		59,29	32,99	26,37	28,42	56,02
30. —		60,41	31,89	25,03	30,60	56,47
3. August		62,11	34,25	26,83	28,97	58,37
8. Julius	Ost	54,97	27,34	22,83	22,74	51,23
12. —		56,62	27,79	21,63	23,19	50,13
16. —		58,27	29,24	23,38	24,54	51,38
17. —		58,35	30,67	24,60	26,42	52,73
22. —		57,92	29,39	25,33	26,14	53,03

	Kreis.	Stern 6	7	8	9	10
1828						
14. Junius	West	59° 52' 37,03	58° 11' 22,91	58° 2' 8,65	60° 0' 37,68	
21. —		38,90	24,41	11,06	39,75	
23. —		38,59	24,23	10,16	39,33	
24. —		39,09	24,13	10,96	39,04	
25. —		40,11	25,31	14,43	41,45	
6. Julius	Ost	44,75	28,54	15,78	44,00	
12. —		47,65	29,44	19,97	47,00	
16. —		49,48	31,23	20,76	48,13	
19. —		49,60	33,53	20,93	48,03	
21. —		50,79	33,33	22,26	48,38	
1829						
24. Junius	West	47,10	30,91	23,49	46,70	58° 14' 36,37
25. —		46,65	33,57	20,77	48,97	39,11
3. Julius		50,35	35,21	23,52	52,15	39,81
6. —		51,16	36,37	25,16	53,20	41,32
12. —		53,41	38,47	27,06	53,90	42,56
12. —		53,75	39,32	25,71	55,60	43,21
23. Julius	Ost	55,82	39,59	27,28	55,87	43,98
25. —		57,92	40,58	29,79	58,19	46,53
1830						
26. Julius	West	62,04	46,37	34,35	64,64	52,35
28. —		61,78	47,04	34,97	65,02	52,57
30. —		64,81	49,64	36,17	64,61	53,37
3. August		65,33	49,37	37,47	67,64	56,59
8. Julius	Ost	54,10	37,23	28,96	58,20	45,98
12. —		56,45	41,76	30,61	59,55	47,33
16. —		58,95	41,93	31,26	60,90	48,58
17. —		60,68	43,20	32,88	61,63	48,71
22. —		60,55	43,93	32,67	62,60	50,83

An beiden Orten sind auch die AR beobachtet worden. Die hiesigen sind noch nicht aus dem Tagebuche reducirt worden, können aber in den Obs. Corp. gefunden werden. Von Argelanders erhielt ich folgende:

## POLHÖHEN AUS DEN ZENITHSTERNEN.

scheinbare AR in ABO am Meridiankreise von Reichenbach  
beobachtet.

1829	1	2	3	4	5
10. Julius	U 17 2' 31,15	U 17 4' 33,60	U 17 50' 43,33	U 18 51' 26,56	U 18 54' 42,44
11. —	31,10	33,51	43,22	26,46	42,42
12. —	30,96	33,41	43,22	26,42	42,26
14. —	30,93	33,34	43,02		
22. —	30,90	33,25	43,12	26,64	42,44
24. —	30,85	33,17	43,14	26,60	42,34
25. —	30,80	33,16	43,18	26,60	42,39
27. —	30,62	33,07	42,88	26,38	42,15
4. August	30,40	32,72	42,81	26,21	41,99
22. —	29,70	32,31			
23. —	29,99	32,19	42,21	25,93	41,73
24. —	29,74	32,15			
1829	6	7	8	9	10
10. Julius	U 18 59' 44,99	U 19 6' 54,41	U 19 8' 29,93	U 19 21' 41,56	U 19 28' 20,93
11. —	44,89	54,34	29,82	41,53	20,86
12. —	44,96	54,22	29,83	41,34	20,88
22. —	44,82	54,34	29,76	41,41	20,80
24. —	44,82	54,28	29,75	41,33	20,65
25. —	44,75	54,39	29,74	41,48	20,95
27. —	44,64	54,15	29,55	41,24	20,85
4. August	44,67	54,12	29,45	41,24	20,58
23. —	44,08	53,59	29,18	40,86	20,25

Um die beobachteten Declinationen auf die mittleren für den Anfang 1829 zu bringen wurden mit Hülfe der obigen Constanten und der jährlichen Angaben in den Hülftafeln und dem Berliner Jahrbuche folgende Reductionsephemeriden berechnet.

Ephemeride zur Reduction auf den mittleren Ort für 1829,0.

1828.

	1	2	3	4	5
9. Junius	— 11,12 319	— 10,90 319	— 6,05 335	+ 0,91 340	+ 1,20 339
19. —	— 14,31 304	— 14,09 304	— 9,40 328	— 2,49 346	— 2,19 344
29. —	— 17,35 278	— 17,13 279	— 12,68 313	— 5,95 342	— 5,65 343
9. Julius	— 20,13 246	— 19,92 250	— 15,81 287	— 9,37 331	— 9,06 330
19. —	— 22,59 211	— 22,42 212	— 18,68 259	— 12,68 312	— 12,36 312
29. —	— 24,70 211	— 24,54 212	— 21,27 259	— 15,80 312	— 15,48 312
	6	7	8	9	10
9. Junius	+ 1,87 339	+ 2,60 337	+ 2,78 337	+ 4,41 354	
19. —	— 1,52 346	— 0,77 345	— 0,59 345	+ 1,07 347	
29. —	— 4,98 345	— 4,22 345	— 4,04 346	— 2,40 349	
9. Julius	— 8,43 334	— 7,67 336	— 7,50 336	— 5,89 343	
19. —	— 11,77 318	— 11,03 320	— 10,86 321	— 9,32 331	
29. —	— 14,95 318	— 14,23 320	— 14,07 321	— 12,63 331	



POLHÖHEN AUS DEN ZENITHSTERNEN.

245

1829.

	1	2	3	4	5
19. Junius	— 10,49 300	— 10,43 301	— 9,29 325	— 7,06 343	— 7,00 342
29. —	— 13,49 277	— 13,44 278	— 12,54 310	— 10,49 340	— 10,42 339
9. Julius	— 16,26 245	— 16,22 247	— 15,64 287	— 13,89 328	— 13,81 328
19. —	— 18,71 209	— 18,69 211	— 18,51 257	— 17,17 309	— 17,09 310
29. —	— 20,80 168	— 20,80 170	— 21,08 221	— 20,26 283	— 20,19 283
8. August	— 22,48 123	— 22,50 125	— 23,29 182	— 23,09 250	— 23,02 252
18. —	— 23,71 074	— 23,75 077	— 25,11 138	— 25,59 213	— 25,54 216
28. —	— 24,45	— 24,52	— 26,49	— 27,72	— 27,70
	6	7	8	9	10
19. Junius	— 6,70 343	— 6,48 343	— 6,42 343	— 5,72 343	— 5,54 341
29. —	— 10,13 343	— 9,91 342	— 9,85 342	— 9,15 347	— 8,95 346
9. Julius	— 13,56 332	— 13,33 334	— 13,27 335	— 12,62 341	— 12,41 342
19. —	— 16,88 315	— 16,67 318	— 16,62 318	— 16,03 328	— 15,83 329
29. —	— 20,03 289	— 19,85 293	— 19,80 295	— 19,31 307	— 19,12 309
8. August	— 22,92 259	— 22,78 264	— 22,75 265	— 22,38 279	— 22,21 284
18. —	— 25,51 223	— 25,42 229	— 25,40 240	— 25,17 246	— 25,05 250
28. —	— 27,74	— 27,71	— 27,80	— 27,63	— 27,55

1830.

	1	2	3	4	5
29. Junius	— 8,66 274	— 8,76 276	— 11,39 307	— 14,01 337	— 14,19 336
9. Julius	— 11,40 249	— 11,52 250	— 14,46 285	— 17,38 321	— 17,55 321
19. —	— 13,89 201	— 14,02 204	— 17,31 254	— 20,59 312	— 20,76 313
29. —	— 15,90 166	— 16,06 167	— 19,85 221	— 23,71 281	— 23,89 281
8. August	— 17,56	— 17,73	— 22,06	— 26,52	— 26,70
	6	7	8	9	10
29. Junius	— 14,29 340	— 14,60 339	— 14,66 340	— 14,94 343	— 15,23 342
9. Julius	— 17,69 324	— 17,99 326	— 18,06 325	— 18,37 332	— 18,65 332
19. —	— 20,93 318	— 21,25 321	— 21,31 323	— 21,69 333	— 21,97 335
29. —	— 24,11 287	— 24,46 292	— 24,54 293	— 25,02 305	— 25,32 308
8. August	— 26,98	— 27,38	— 27,47	— 28,07	— 28,40

## POLHÖHEN AUS DEN ZENITHSTERNEN.

Mit dieser Ephemeride ergaben sich folgende mittlere Örter für 1829,0:

Tafel I. der mittleren Declinationen der 10 Sterne für 1829,0.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	56° 21'	55° 59'	56° 25'	59° 48'	57° 59'	59° 52'	58° 11'	58° 2'	60° 0'	58° 14'

## In Abo 1829.

Kr. West	45,79	17,13	8,37	4,88	32,96	39,11	22,23	10,89	39,83	29,04
	46,25	17,58	8,28	5,25	33,05	38,67	23,60	11,55	40,29	29,20
	47,00	18,24	11,10	7,53	33,00	40,74	25,56	12,22	42,75	29,96
	44,32	17,16	9,20	6,54	33,38	39,47	24,54	12,20	41,70	29,10
Kr. Ost	45,76	18,07	7,42	5,60	33,27	38,27	24,07	13,22	41,38	28,48
	44,24	16,95	8,10	5,28	31,75	38,24	24,14	13,08	41,93	28,32
	45,73	17,04	9,34	6,17	32,84	38,53	22,82	11,77	42,20	28,49
	44,71	19,32	9,33	6,76	33,12	39,30	25,28	13,33	40,94	30,33
	44,19	17,08	7,98	4,85	32,51	39,03	21,79	12,02	41,24	27,93

## In Dorpat 1828.

Kr. West	42,53	16,26	6,17	4,27	31,50	37,20	23,82	9,75	40,42	
	44,28	17,10	5,16	3,46	31,52	36,69	22,95	9,78	40,13	
	43,48	17,20	6,72	2,06	30,94	35,69	22,08	8,19	39,01	
	43,85	16,41	6,99	3,81	31,50	35,84	21,63	8,65	38,38	
	44,04	17,19	6,45	3,97	31,55	36,51	22,47	11,77	40,44	
Kr. Ost	43,76	15,59	7,12	3,42	30,98	37,35	21,90	9,32	39,16	
	41,69	16,10	7,81	4,84	31,45	38,22	20,76	11,46	40,08	
	43,77	17,05	8,12	4,74	31,43	38,71	21,21	10,91	39,84	
	43,33	17,81	5,66	2,94	31,74	37,83	22,50	10,07	38,71	
	41,73	14,71	6,86	3,49	30,92	38,38	21,66	10,76	38,40	

## In Dorpat 1829.

Kr. West	44,08	16,72	7,97	5,43	32,60	38,69	22,71	15,36	39,27	29,12
	46,28	17,45	7,25	6,93	34,16	37,89	25,03	12,29	41,19	31,52
	44,76	18,84	10,61	6,60	32,28	38,85	23,93	12,30	41,61	29,48
	45,78	17,80	7,33	7,22	33,87	38,63	24,07	12,92	41,62	29,95
	45,51	17,48	7,89	4,98	33,27	38,85	24,14	12,79	40,26	29,13
	45,43	17,08	6,32	5,43	33,01	38,54	24,32	10,77	41,28	29,09
Kr. Ost	44,04	17,03	7,16	3,86	32,10	37,68	21,65	9,39	38,53	26,85
	46,03	16,56	7,11	5,84	33,28	39,15	22,00	11,26	40,19	28,73

## In Dorpat 1830.

Kr. West	43,38	16,02	8,63	4,26	33,12	38,88	22,87	10,78	40,62	28,03
	43,59	17,13	6,77	5,02	32,44	37,98	22,90	10,75	40,33	27,59
	44,34	15,66	4,96	6,61	32,30	40,41	24,89	11,34	39,28	27,74
	45,38	17,35	5,88	3,85	33,07	39,78	23,45	11,47	41,09	29,73
Kr. Ost	43,84	16,10	8,68	5,70	34,02	36,75	19,58	11,24	40,17	27,67
	44,47	15,52	6,31	4,85	31,62	37,79	22,79	11,57	40,18	27,68
	45,13	15,97	6,91	4,91	31,58	38,99	21,66	10,92	40,21	27,61
	44,96	17,15	7,86	6,47	32,61	40,40	22,60	12,22	40,60	27,40
	43,43	14,96	7,26	4,61	31,33	38,67	21,72	10,39	39,91	27,86

Es ist leicht einzusehen, dafs, wenn man an alle Declinationen jedes Tages eine constante Correction anbringt, dadurch die Declinationsunterschiede, deren Bestimmung der Hauptzweck der Beobachtungen an den Meridiankreisen war, nicht verändert werden. Man nehme für jeden Tag das Mittel aus den Declinationen der 9 immer beobachteten Sterne, und finde dafür  $m, m', m''$  u. s. w. und suche hierauf  $\frac{m + m' + m'' \dots}{n}$   $= \mu$ , wo  $n$  die Zahl der Beobachtungstage: so gibt  $\mu - m = v$ ,  $\mu - m' = v'$  u. s. w. die zu allen Declinationen jedes Tages hinzuzufügenden Correctionen, um durch  $m + v = m' + v' \dots = \mu$  aus jedem Tage einen constanten Mittelwerth der 9 mittleren Declinationen zu erhalten. Die aus den 9 Sternen so gefundenen  $v$  sind folgende:

Abo		Dorpat.							
1829		1828		1829		1830			
K. W.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.	K. O.		
— 0,20	— 0,85	+ 0,83	+ 1,20	— 0,38	+ 0,88	+ 0,09	+ 0,37		
— 0,57	— 0,48	+ 0,93	+ 0,78	— 1,01	— 0,23	+ 0,28	+ 0,48		
— 2,08	— 0,78	+ 1,56	+ 0,40	— 1,16		— 0,04	+ 0,54		
— 1,01	— 1,41	+ 1,38	+ 0,98	— 1,10		— 0,20	— 0,61		
	— 0,15	+ 0,56	+ 1,39	— 0,64			+ 0,79		
				— 0,31					
Mittel	— 0,94	— 0,92	+ 1,05	+ 0,95	— 0,77	— 0,32	+ 0,03	+ 0,27	

Die letzten Mittel zeigen hier wie die Declinationen an den beiden Sternwarten sich gegen einander, in den verschiedenen Epochen und in den beiden Lagen der Meridiankreise verhalten. Bringe ich die jedem Tage zukommende Correction  $v$  jetzt an alle 10 Sterne an, so ergeben sich folgende Declinationen, aus deren Übereinstimmung sich die Sicherheit der auf ihnen beruhenden Amplituden beurtheilen läßt.

## POLHÖHEN AUS DEN ZENITHSTERNEN.

Tafel II. der mittleren Declinationen der 10 Sterne für 1829,0.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
56° 21'	55° 59'	56° 25'	59° 48'	57° 59'	59° 52'	58° 11'	58° 2'	60° 0'	58° 14'

## In Abo 1829.

Kr. West	45,59	16,93	8,17	4,68	32,76	38,91	22,03	10,69	39,63	28,84
	45,68	17,01	7,71	4,68	32,46	38,10	23,03	10,98	39,72	28,63
	44,92	16,16	9,02	5,45	30,92	38,66	23,48	10,14	40,67	27,88
	43,31	16,15	8,19	5,53	32,37	38,46	23,53	11,19	40,69	28,09
Kr. Ost	44,91	17,22	6,57	4,75	32,42	37,42	23,22	12,37	40,53	27,63
	43,76	16,47	7,62	4,80	31,27	37,76	23,66	12,60	41,45	27,84
	44,95	16,26	8,56	5,39	32,06	37,75	22,04	10,99	41,42	27,71
	43,50	17,91	7,92	5,35	31,71	37,89	23,87	11,92	39,53	28,92
	44,04	16,93	7,83	4,70	32,36	38,88	21,64	11,87	41,09	27,78

## In Dorpat 1828.

Kr. West	43,36	17,09	7,00	5,10	32,33	38,03	24,65	10,58	41,25	
	45,21	18,03	6,09	4,39	32,45	37,62	23,88	10,71	41,06	
	45,04	18,76	8,28	3,62	32,50	37,25	23,64	9,75	40,57	
	45,23	17,79	8,37	5,19	32,88	37,22	23,01	10,03	39,76	
Kr. Ost	44,60	17,75	7,01	4,53	32,11	37,07	23,03	12,33	41,00	
	44,96	16,79	8,32	4,62	32,18	38,55	23,10	10,52	40,36	
	42,47	16,88	8,59	5,62	32,23	39,00	21,54	12,24	40,86	
	44,17	17,45	8,52	5,14	31,83	39,11	21,61	11,31	40,24	
	44,31	18,79	6,64	3,92	32,72	38,81	23,48	11,05	39,69	
	43,12	16,10	8,25	4,88	32,31	39,77	23,05	12,15	39,79	

## In Dorpat 1829.

Kr. West	43,70	16,34	7,59	5,05	32,22	38,31	22,33	14,98	38,89	28,74
	45,27	16,44	6,24	5,92	33,15	36,88	24,02	11,28	40,18	30,51
	43,60	17,68	9,45	5,44	31,12	37,69	22,77	11,14	40,45	28,32
	44,68	16,70	6,23	6,12	32,77	37,53	22,97	11,82	40,52	28,85
Kr. Ost	44,87	16,84	7,25	4,34	32,63	38,21	23,50	12,15	39,62	28,49
	45,12	16,77	6,01	5,12	32,70	38,23	24,01	10,46	40,97	28,78
	44,92	17,91	8,04	4,74	32,98	38,56	22,53	10,27	39,41	27,71
	45,80	16,33	6,88	5,61	33,05	38,92	21,77	11,03	39,96	28,50

## In Dorpat 1830.

Kr. West	43,47	16,11	8,72	4,35	33,21	38,97	22,96	10,87	40,71	28,12
	43,87	17,41	7,05	5,30	32,72	38,26	23,18	11,03	40,61	27,87
	44,30	15,62	4,92	6,57	32,26	40,37	24,85	11,30	39,24	27,70
	45,18	17,15	5,68	3,65	32,87	39,58	23,25	11,27	40,89	29,53
Kr. Ost	44,21	16,47	9,05	6,07	34,39	37,12	19,95	11,61	40,54	28,04
	44,95	16,00	6,79	5,33	32,10	38,27	23,27	12,05	40,66	28,16
	45,47	16,31	7,25	5,25	31,92	39,35	22,00	11,26	40,55	27,95
	44,35	16,54	7,25	5,86	32,00	39,79	21,99	11,61	39,99	26,79
	44,22	15,75	8,05	5,40	32,12	39,46	22,51	11,18	40,70	28,65

Aus allen diesen Bestimmungen ergeben sich nun im Mittel folgende:

Endwerthe der mittleren Declinationen für 1829,0.

Stern	1 = Anon. I.	56 21 44,48
—	2 = P.XVII. 22	55 59 16,91
—	3 = Anon. III.	56 25 7,53
—	4 = — IV.	59 48 5,07
—	5 = — VII.	57 59 32,39
—	6 = — V.	59 52 38,38
—	7 = — IX.	58 11 22,93
—	8 = — VIII.	58 2 11,35
—	9 = — VI.	60 0 40,37
—	10 = — X.	58 14 28,31

Wie gering der Einfluß der constanten Fehlerquellen auf die hieraus gefolgerten Declinationsunterschiede sei, ergibt sich, wenn man an beiden Orten für jedes Jahr die Mittel in den einzelnen Lagen des Kreises nimmt. So erhält man nemlich, ohne Berücksichtigung der Grade und Minuten:

	Kr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abo.	1829. W.	44,87	16,56	8,27	5,07	32,13	38,53	23,02	10,60	40,18	28,36
	O.	44,20	16,96	7,70	5,00	31,96	37,94	22,89	11,95	40,80	27,98
	Mt. A.	44,50	16,78	7,95	5,04	32,04	38,20	22,94	11,42	40,52	28,15
Dorpat.	1828. W.	44,75	17,88	7,35	4,57	32,45	37,44	23,64	10,68	40,73	
	O.	43,81	17,20	8,06	4,84	32,25	39,05	22,56	11,45	40,19	
	1829. W.	44,54	16,79	7,13	5,33	32,43	37,81	23,27	11,97	40,11	28,95
	O.	45,36	17,12	7,46	5,18	33,01	38,74	22,15	10,65	39,69	28,11
	1830. W.	44,20	16,57	6,59	4,97	32,76	39,30	23,56	11,12	40,29	28,30
	O.	44,64	16,21	7,68	5,58	32,51	38,79	21,94	11,54	40,49	27,92
	Mt. D.	44,47	16,95	7,39	5,08	32,51	38,44	22,92	11,33	40,31	28,39
D — A.			—0,03	+0,17	—0,56	+0,04	+0,47	+0,24	—0,02	—0,09	+0,24

Nimmt man die Mittelwerthe von D — A für die an den einzelnen drei Hauptpunkten der Gradmessung gebrauchten Sterne, so findet sich:

für die 3 Sterne 1. 2. 3. in Jacobstadt D — A = — 0,14

— — 4 — 5. 7. 8. 10. in Dorpat — = + 0,12

— — 3 — 4. 6. 9. in Hochland — = + 0,02.

Woraus sich ergibt, dafs, wenn man die Positionen von Abo oder die von Dorpat allein anwenden würde, die Amplituden zwischen den Endpunkten nur um  $\mp 0,16$  und die von Dorpat angerechneten um  $\mp 0,26$  und  $\pm 0,10$  verschieden ausfallen würden. Um indessen die Sicherheit der zu bestimmenden Amplituden richtig beurtheilen zu können, ist es nothwendig, die Genauigkeit der oben gegebenen relativen Endwerthe näher zu erforschen. Ich brauche hierfür die Vergleichung der einzelnen Bestimmungen der Tafel II., Seite 248, mit den Endwerthen. Sie geben 9. 36 + 26

= 350 Abweichungen, deren Quadrate die Summe 228,52 haben, woraus sich der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Bestimmung = 0,6745.  $\sqrt{228,52:304} = 0,585$  findet, indem hier für den Divisor von der Summe der einzelnen Beobachtungen 350 die der 10 unbekannten Endwerthe, und der 36 auf Seite 247 gegebenen  $v$  abzuziehen ist. Es ergibt sich also das w. F. der einzelnen Endwerthe der relativen Declinationen für die 9 ersten Sterne  $0,585:\sqrt{36} = 0,097$  und für den 10ten Stern  $0,585:\sqrt{26} = 0,115$ .

Um die obigen mittleren Declinationen auf andere Jahre zu bringen, dienen folgende Werthe der Präcession in Declination für 1824 und 1834, welche mit Bessels Constanten aus den Astronomischen Nachrichten Nr. 96 abgeleitet sind:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1824	-4,987	-4,815	-0,821	+4,458	+4,755	+5,163	+5,765	+5,899	+6,992	+7,535
1834	-4,973	-4,799	-0,806	+4,469	+4,748	+5,176	+5,779	+5,913	+7,004	+7,549

Mit diesen ergeben sich folgende mittleren Örter für den Anfang der Beobachtungsjahre:

	1826,0	1826,0	1827,0	1827,0
1.	56° 21' 59,43	4. 59° 47' 51,68	5. 57° 59' 22,91	8. 58° 1' 59,54
2.	55° 59' 31,34	6. 59° 52' 22,88	7. 58° 11' 11,39	10. 58° 14' 13,23
3.	56° 25' 9,98	9. 60° 0' 19,38		

und hieraus für jeden Beobachtungsort eine Ephemeride der scheinbaren Decl. der an ihm benutzten Sterne für jeden 10ten Tag der Beobachtungszeit, aus welcher für die einzelnen Tage mit Leichtigkeit interpolirt wird.

Ephemeride der scheinbaren Decl. der in Jacobstadt benutzten Sterne.

1826.	1 = Anon. I.	Diff.	2 = P. XVII. 22.	Diff.	3 = Anon. III.	Diff.
20. Mai	56° 21' 54,00	"	55° 59' 25,88	"	56° 25' 4,18	"
30. —	57,29	3,29	29,16	3,28	7,43	3,25
9. Junius	22 0,59	3,30	32,47	3,31	10,79	3,36
19. —	3,82	3,23	35,71	3,24	14,18	3,39

Ephemeride der scheinbaren Decl. der in Hochland benutzten Sterne.

1826.	4 = Anon. IV.	Diff.	6 = Anon. V.	Diff.	9 = Anon. VI.	Diff.
29. Julius	59° 48' 8,74	"	59° 52' 39,93	"	60° 0' 36,35	"
8. Aug.	11,63	2,89	42,91	2,98	39,50	3,15
18. —	14,22	2,59	45,59	2,68	42,37	2,87

Ephemeride der scheinbaren Decl. der in Dorpat benutzten Sterne.

1827.	5 = Anon. VII.	Diff.	7 = Anon. IX.	Diff.	8 = Anon. VIII.	Diff.	10 = Anon. X.	Diff.
19. Julius	57° 59' 38",68	3",17	58° 11' 26",99	3",23	58° 2' 15",11	3",25	58° 14' 28",42	3",35
29. —	41,85	2,90	50,22	3,01	18,36	3,02	31,77	3,16
8. Aug.	44,75	2,90	53,23	2,71	21,38	2,72	34,93	2,90
18. —	47,34		55,94		24,10		37,83	

Der Abstand dieser Sterne vom Scheitelpuncte bei ihrer Culmination  $\varphi - \delta$  beträgt in Jacobstadt 8',1, 30',6, 5',0, in Hochland 17',0, 12',5, 4',5, in Dorpat 23',1, 12',2, 20',4 und 8',2. Dieser geringe Werth von  $\varphi - \delta$  macht, daß man die Seitenfäden nur noch bei dem zweiten Stern in Jacobstadt, P.XVII. 22, durch die Seite 220 gegebene Reihe (2) auf den Mittelfaden reduciren kann. Mit dem Werthe von  $\varphi = 56^\circ 30' 6'',2$ , wie ihn bis auf ein Par Zehntel der Secunde die kleinen Sterne selbst geben, und mit  $\delta = 55^\circ 59' 30''$  findet sich folgendes Zeitintervalle k vom mittleren Faden für P.XVII. 22:

	I.	II.	IV.	V.
Lage I. Ost-Vert.	266",17	132",00	142",24	291",11
$\Delta$ für + 10"	+ 1,45	+ 0,72	+ 0,78	+ 1,59
Lage II. Ost-Vert.	263,21	135,20	138,70	294,73
$\Delta$ für + 10"	+ 1,43	+ 0,74	+ 0,76	+ 1,61.

Hier gibt die zweite Zeile die Veränderung von k für 10" Zunahme der Declination. Der Mittelwerth für den Faden III. aus den einzelnen Fäden ist daher nur für diesen einen Stern noch im Tagebuch angegeben. Die Reduction der Seitenfäden auf den mittleren hätte bei den andern Sternen die Anwendung der strengen trigonometrischen Rechnung erfordert, wofür es bequemer ist, unmittelbar aus den beobachteten Seitenfäden die Polhöhe abzuleiten. Jedes Par correspondirender Durchgänge durch denselben Faden (also z. B. durch II. im Ost- und IV. im West-Vertical) gibt nach Anbringung der Verbesserung für den Uthgang den Stundenwinkel für diesen Faden = s; und wenn man nun  $\tan \kappa = \frac{\tan \delta}{\cos 15s}$  berechnet,  $\varphi = \kappa + C \frac{\sin \kappa}{\sin \delta}$ , wenn C der südliche Abstand des Seitenfaden vom mittleren ist.  $\varphi$  ist hier die dem Mittelfaden entsprechende Polhöhe, wie oben Seite 222, aus welcher dann wie dort  $\varphi' = \varphi + \frac{J+J'}{2}$  u. s. w. abgeleitet wird. So erhält man so viele  $\varphi'$  an jedem Tage als sich in beiden Verticalen correspondirende Fadenpare finden. C der Abstand der Seitenfäden vom mittleren ist uns durch die Bärensterne mit höchster Genauigkeit bekannt. Die Vergleichung der den beiden Lagen zugehörigen  $\varphi'$  und  $\psi'$  eliminirt auch hier den Einfluß des Fehlers der Gesichtslinie.



## ZENITHSTERNE IN JACOBSTADT 1826.

Für C haben wir nach Seite 221 folgende sich auf den Ost-Vertical Lage I. beziehenden Werthe:

$$\begin{array}{cccc} \text{Faden I.} & \text{II.} & \text{IV.} & \text{V.} \\ C = 379,50 & 183,88 & 188,46 & 375,10. \end{array}$$

Die mittlere tägliche Correction für den Uhrgang ist  $+ 5'',51$ , siehe Seite 217.

## Polhöhe aus P. XVII. 22.

Da ich für den Stern P. XVII. 22 die frühere Rechnungsmethode anwenden kann so setze ich ihn zuerst her.

1826.	Lage.	$\frac{J+J'}{2}$	$W-O$ $+ 0'',34$	$15t =$	$\delta =$ $55^{\circ} 59'$	$\phi =$ $56^{\circ} 30'$	$\phi'$ und $\psi'$
24. Mai	I.	$-0,24$	$129^{\circ} 46,25$	$11^{\circ} 13' 16,9$	$27,19$	$6,43$	$56^{\circ} 30' 6,19$
29. —	I.	$+0,28$	$42,97$	$12^{\circ} 52,3$	$28,83$	$5,84$	$6,12$
30. —	II.	$-1,64$	$44,05$	$13^{\circ} 0,4$	$29,16$	$6,89$	$5,25^*$
31. —	I.	$-0,75$	$43,03$	$12^{\circ} 52,7$	$29,49$	$6,50$	$5,75$
2. Junius	II.	$-0,06$	$42,68$	$12^{\circ} 50,1$	$30,15$	$6,91$	$6,85^*$
3. —	I.	$+2,15$	$37,72$	$12^{\circ} 12,9$	$30,49$	$3,85$	$6,00$
7. —	II.	$-1,05$	$40,42$	$12^{\circ} 33,2$	$31,81$	$6,83$	$5,78^*$
8. —	I.	$+0,08$	$39,38$	$12^{\circ} 25,3$	$32,14$	$6,70$	$6,78$
10. —	II.	$-0,78$	$38,67$	$12^{\circ} 20,0$	$32,79$	$6,81$	$6,03^*$

Die Correction von  $W-O$  für den Uhrgang beträgt wie die Überschrift angibt  $+ 0'',34$ ;  $\phi'$  und  $\psi'$  sind  $= \phi + \frac{J+J'}{2}$ . Das Mittel der  $\phi'$  ist  $= 56^{\circ} 30' 6'',21$ , das der  $\psi' = 56^{\circ} 30' 5'',98$ , also  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = - 0'',115$ ; hiermit erhält man folgende  $\phi''$ :

24. Mai	$56^{\circ} 30' 6,07$	$- 0,01$	3. Junius	$56^{\circ} 30' 5,88$	$- 0,20$
29. —	$6,00$	$- 0,08$	7. —	$5,90$	$- 0,18$
30. —	$5,37$	$- 0,71$	8. —	$6,66$	$+ 0,58$
31. —	$5,63$	$- 0,45$	10. —	$6,15$	$+ 0,07$
2. Junius	$6,97$	$+ 0,89$			

Mittel aus 9 Bestimmungen  $\phi'' = 56^{\circ} 30' 6,079$

$\phi''' = 56^{\circ} 30' 6,077$ .



## Polhöhe aus Anonyma I.

1826.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	Intervall IV.	Intervall V.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta =$
29. Mai	I.	54' 29,3	46' 28,5	36' 23,0	"	+ 0,28	56° 21' 56,96
31. —	I.	27,9	26,7	21,1	"	— 0,65	57,62
3. Junius	I.	24,0		12,8	"	+ 2,22	58,61
8. —	I.	26,0	21,0		"	+ 0,07	60,26
27. Mai	II.				21 59,0	+ 0,50	56,30
30. —	II.	54 43,0	46 29,2	36 44,5		— 1,64	57,29
2. Junius	II.	41,2	26,2	39,0		— 0,07	58,28
6. —	II.	38,0	24,0	36,0		— 0,88	59,60
7. —	II.	37,4				— 1,05	59,93
Corr. für Uhrgang		+ 0,21	+ 0,17	+ 0,13	+ 0,08		

Hier bedeutet Intervall II. den Zeitabstand vom Faden II. im Ost-Vertical bis zum identischen IV. im West-Vertical u. s. w. Die Rechnung gibt nun:

## für Lage I.

	29. Mai	31. Mai	3. Jun.	8. Jun.
aus Interv. II. $\alpha =$	56° 33' 9,80	9,89	9,28	11,80
$\frac{J + J'}{2} =$	+ 0,28	— 0,65	+ 2,22	+ 0,07
183'',88. $\frac{\sin \alpha}{\sin \delta} =$	— 3 4,27	— 4,27	— 4,27	— 4,27
also aus Intervall II. $\varphi' =$	56 30 5,81	4,97	7,23	7,60
ebenso — — — — III. $\varphi' =$		6,60	5,69	7,03
— — — — IV. $\varphi' =$		5,68	4,92	6,51
Mittel $\varphi' =$	56 30 6,03	5,19	6,87	7,31

## für Lage II.

	27. Mai	30. Mai	2. Jun.	6. Jun.	7. Jun.
aus Intervall II. $\psi' =$	56° 30' "	5,29	7,08	6,29	6,21
— — — — III. $\psi' =$		5,29	5,75	6,51	
— — — — IV. $\psi' =$		5,40	6,47	6,17	
— — — — V. $\psi' =$	5,84				
Mittel $\psi' =$	56 30 5,84	5,33	6,43	6,32	6,21

## ZENITHSTERNE IN JACOBSTADT.

Das Mittel der  $\varphi'$  ist  $= 56^\circ 30' 6'',35$ , das der  $\psi' = 56^\circ 30' 6'',03$ , folglich  $\frac{\psi' - \varphi'}{2} = -0'',16$ , womit wir folgende einzelnen Polhöhen  $\varphi''$  erhalten:

27. Mai	$56^\circ 30' 6''_{00}$	$-0'',19$	3. Junius	$56^\circ 30' 6'',71$	$+0'',52$
29. —	5,87	$-0'',32$	6. —	6,48	$+0'',29$
30. —	5,49	$-0'',70$	7. —	7,15	$+0'',96$
31. —	5,03	$-1'',16$	8. —	6,37	$+0'',18$
2. Junius	6,59	$+0'',40$			

Mittel aus 9 Bestimmungen  $\varphi'' = 56^\circ 30' 6'',88$

$\varphi''' = 56^\circ 30' 6'',86$ .

## Polhöhe aus Anonyma III.

Dieser Stern, der nur 5' vom Scheitel vorbeigeht, ist nur am Mittelfaden beobachtet.

1826.	Lage.	Intervall III.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
31. Mai	I.	$36^\circ 21',0$	$-0'',78$	$56^\circ 25' 7'',77$
3. Jun.	I.	10,0	$+2'',41$	8,77
9. —	I.	8,5	$+0'',05$	10,79
2. Jun.	II.	$36^\circ 18',0$	$-0'',02$	8,44
6. —	II.	13,0	$-0'',68$	9,78
7. —	II.	12,8	$-1'',02$	10,12
Corr. für Uhrgang		$+0'',13$		

In Lage I ist: 31. Mai  $\varphi' = 56^\circ 30' 6'',04$  In Lage II ist: 2. Junius  $\psi' = 56^\circ 30' 6'',64$   
 3. Jun.  $\varphi' \quad \quad \quad 7,22$  6. —  $\psi' \quad \quad \quad 5,94$   
 9. —  $\varphi' \quad \quad \quad 6,45$  7. —  $\psi' \quad \quad \quad 5,91$   
 Mittel  $\varphi' = 56^\circ 30' 6'',57$   $\psi' = 56^\circ 30' 6'',16$

Hieraus erhält man  $\frac{\psi' - \varphi'}{2} = -0'',205$  und folgende  $\varphi''$ :

31. Mai	$56^\circ 30' 5'',83$	$-0'',53$	6. Jun.	$56^\circ 30' 6'',14$	$-0'',22$
2. Junius	6,84	$+0'',48$	7. —	6,11	$-0'',25$
3. —	7,01	$+0'',65$	9. —	6,25	$-0'',11$

Mittel aus 6 Bestimmungen  $\varphi'' = 56^\circ 30' 6'',363$

$\varphi''' = 56^\circ 30' 6'',361$ .

## ZENITHSTERNE IN HOCHLAND 1826.

Für C haben wir nach Seite 221 folgende sich auf den Ost-Vertical Lage I beziehenden Werthe:

Faden	I	II	IV	V
C =	379,21	184,05	188,25	375,16.

Die tägliche Correction des Uhranges ist im Mittel — 11'',00. Siehe Seite 218.

## Polhöhe aus Anonyma IV.

1826.	Lage.	Intervall III	Intervall IV	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
29. Julius	I.	U 8' 53,9	U 2' 9,0	— 0,03	59° 48' 8,74
2. Aug.	I.	54,5	9,9	— 0,72	9,94
4. —	I.	52,0	7,5	— 0,19	10,51
11. —	I.	44,0	1 58,8	+ 1,79	12,44
1. Aug.	II.	1 9 21,4	1 2 50,2	— 0,97	9,67
3. —	II.	20,3	47,9	— 0,36	10,22
5. —	II.	19,6	47,5	— 0,97	10,79
8. —	II.	14,1	42,2	+ 0,89	11,63
Corr. für Uhrgang		— 0,53	— 0,48		

Für Lage I ist:

	29. Julius	2. August	4. August	11. August
aus Int. III. $\phi' =$	60° 5' 2,39	3,20	3,10	3,06
— — IV. $\phi' =$	2,12	2,62	3,05	3,12
Mittel $\phi' =$	60° 5' 2,26	2,91	3,07	3,09

Für Lage II ist:

	1. August	3. August	5. August	8. August
aus Int. III. $\psi' =$	60° 5' 15,91	16,62	16,27	16,23
— — IV. $\psi' =$	16,24	16,34	16,15	16,49
Mittel $\psi' =$	60° 5' 16,08	16,48	16,21	16,36

Das Mittel der  $\phi'$  ist = 60° 5' 2,83, das der  $\psi' =$  60° 5' 16,28, und  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = + 6,45$ , hiermit erhalten wir folgende  $\phi''$ :

29. Julius	60° 5' 8,99	— 0,57	4. August	60° 5' 9,80	+ 0,24
1. August	9,35	— 0,21	5. —	9,48	— 0,08
2. —	9,64	+ 0,08	8. —	9,63	+ 0,07
3. —	9,75	+ 0,19	11. —	9,82	+ 0,26
Mittel aus 8 Bestimmungen $\phi'' =$ 60° 5' 9,557					
$\phi''' =$ 60° 5' 9,555.					

## ZENITHSTERNE IN HOCHLAND.

## Polhöhe aus Anonyma V.

1826.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
28. Julius	I.	U 1 5' 54",5	58' 58",7	+ 0",78	59° 52' 39",63
29. —	I.	55,8	61,1	— 0,06	39,93
2. Aug.	I.	56,8	60,8	— 0,68	41,18
4. —	I.	55,4	58,8	— 0,22	41,76
11. —	I.	46,0	50,2	+ 1,72	43,75
1. Aug.	II.	1 6' 35,5	59' 31,7	— 1,01	40,86
3. —	II.	32,8	31,2	— 0,42	41,46
5. —	II.	31,8	30,0	— 1,03	42,05
8. —	II.	27,1	24,4	+ 0,86	42,91
Corr. für Uhr.		— 0,51	— 0,45		

Für Lage I ist:

	28. Julius	29. Julius	2. August	4. August	11. August
aus Int. II. $\varphi' = 60^\circ 5' 2",05$		2",14	3",21	3",60	2",96
— — III. $\varphi' =$	1,93	2,39	2,89	3,07	3,40
Mittel $\varphi' = 60^\circ 5' 1,99$		2,27	3,05	3,33	3,18

Für Lage II ist:

	1. August	3. August	5. August	8. August
aus Int. II. $\psi' = 60^\circ 5' 16",57$		16",47	15",99	16",50
— — III. $\psi' =$	15,27	16,25	15,73	16,07
Mittel $\psi' = 60^\circ 5' 15,92$		16,36	15,86	16,29

Das Mittel des  $\varphi'$  ist  $= 60^\circ 5' 2",76$ , das der  $\psi' = 60^\circ 5' 16",11$ ,  $\frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 6",675$ , und hiermit  $\varphi'' =$

18. Julius	60° 5' 8",66	— 0",78	4. Aug.	60° 5' 10",00	+ 0",56
29. —	8,94	— 0,50	5. —	9,19	— 0,25
1. Aug.	9,25	— 0,19	8. —	9,62	+ 0,18
2. —	9,72	+ 0,28	11. —	9,85	+ 0,41
3. —	9,69	+ 0,25			
Mittel $\varphi'' = 60^\circ 5' 9,436$					
$\varphi''' = 60^\circ 5' 9,434$ .					

## Polhöhe aus Anonyma VI.

1826.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	Intervall IV.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
28. Julius	I.	45' 58,0	35' 20,8		+ 0,62	60° 0' 36,03
29. —	I.	60,5	21,2		— 0,15	36,35
2. August	I.	63,5			— 0,79	37,65
12. —	I.		0,7	18' 27,0	+ 1,55	40,69
1. August	II.	46 55,6	36 15,5		— 1,07	37,32
3. —	II.		11,9		— 0,52	37,96
5. —	II.	52,4	9,5		— 1,17	38,59
8. —	II.	44,8	35 59,0		+ 0,82	39,50
Corr. für Uhr.		— 0,55	— 0,27	— 0,14		

Für Lage I ist:

	28. Julius	29. Julius	2. August	12. August
aus Int. II. $\varphi' = 60^{\circ} 5' 1,43$		1,82	3,44	
— — III. $\varphi' = 2,14$		1,79		2,71
— — IV. $\varphi' =$				3,04
Mittel $\varphi' = 60^{\circ} 5' 1,79$		1,80	3,44	2,88

Für Lage II ist:

	1. August	3. August	5. August	8. August
aus Int. II. $\psi' = 60^{\circ} 5' 15,80$			15,89	16,28
— — III. $\psi' = 15,62$		15,89	15,24	15,46
Mittel $\psi' = 60^{\circ} 5' 15,71$		15,89	15,57	15,87

Das Mittel der  $\varphi'$  ist  $= 60^{\circ} 5' 2,48$ , das der  $\psi'$  ist  $= 60^{\circ} 5' 15,76$ ,  $\frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 6,64$ , und hiermit  $\varphi''$ :

28. Julius	60° 5' 8,43	— 0,69	3. Aug.	60° 5' 9,25	+ 0,13
29. —	8,44	— 0,68	5. —	8,93	— 0,19
1. August	9,07	— 0,05	8. —	9,23	+ 0,11
2. —	10,08	+ 0,96	12. —	9,52	+ 0,40
Mittel aus 8 Bestimmungen $\varphi'' = 60^{\circ} 5' 9,121$					
$\varphi''' = 60^{\circ} 5' 9,119$					

## ZENITHSTERNE IN DORPAT 1827.

Für C haben wir, nach Seite 221, in Bezug auf Ost-Vertical Lage I:

Faden I	II	IV	V
C = 379,36	184,35	188,34	375,08.

Die tägliche Correction der Uhr beträgt vom 23. Julius bis 17. August, nach Seite 233, im Mittel — 1,58.

## Polhöhe aus Anonyma VII.

1827.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	Intervall IV.	$\frac{J + V}{2}$	$\delta$
30. Julius	I.	U 24 16,0	U 19 7,5	U 13 32,3	+ 1,16	57° 59' 42,15
31. —	I.	17,7	10,7	34,1	+ 0,32	42,45
14. Aug.	I.	13,5	6,5		+ 0,11	46,34
17. —	I.	8,5	1,2	24,5	+ 1,87	47,07
24. Julius	II.	I 24 32,5	I 19 20,5	I 13 51,7	— 1,22	40,30
28. —	II.	26,9	13,6	44,3	+ 0,35	41,54
7. Aug.	II.	21,8	7,8	40,6	— 0,15	44,47
16. —	II.	14,5	18 58,3	30,0	+ 10,91	46,80
Corr. für Uhrgang		— 0,10	— 0,09	— 0,08		

Für Lage I ist:	30. Julius.	31. Julius.	14. August.	17. August.
aus Int. II. $\phi' = 58^{\circ} 22' 47,62$		48,11	49,12	48,50
— — III. $\phi' = 46,80$		48,14	49,32	48,72
— — IV. $\phi' = 47,11$		47,54		48,46
Mittel $\phi' = 58^{\circ} 22' 47,18$		47,93	49,22	48,56

Für Lage II ist:	24. Julius.	28. Julius.	7. August.	16. August.
aus Int. II. $\psi' = 58^{\circ} 22' 49,63$		48,91	48,19	47,00
— — III. $\psi' = 50,20$		48,92	47,96	45,74
— — IV. $\psi' = 49,42$		48,18	48,62	46,23
Mittel $\psi' = 58^{\circ} 22' 49,75$		48,67	48,26	46,32

Hier zeigt sich für  $\phi'$  und  $\psi'$  dieselbe Zunahme und Abnahme wie bei den Bärensternen, aus einer Veränderung der Abweichung der Gesichtslinie G hervorgehend. Siehe Seite 232 und 237. Setzen wir den Einfluss dieser Abweichung der Zeit proportional, so geben die obigen 8 Polhöhen, nach den kleinsten Quadraten behandelt, für den mten August  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = + 0,057 - 0,1090$  (m — 5), und also am 24. Julius  $\frac{1}{2}(\psi' - \phi') = + 1,365$ , am 17. August aber = — 1,251. Bringt man den jedesmaligen Werth von  $\frac{\psi' - \phi'}{2}$  an die obigen  $\phi'$  und  $\psi'$  an, so ergeben sich folgende Polhöhen  $\phi''$ :

## ZENITHSTERNE IN DORPAT.

259

24. Jul.	58° 22' 48,44	+ 0,44	7. Aug.	58° 22' 48,46	+ 0,46
28. —	47,80	— 0,20	14. —	48,24	+ 0,24
30. —	47,83	— 0,17	16. —	47,52	— 0,48
31. —	48,47	+ 0,47	17. —	47,25	— 0,75
Mittel aus 8 Bestimmungen $\varphi'' = 58\ 22\ 48,001$					
$\varphi''' = 58\ 22\ 47,999.$					

## Polhöhe aus Anonyma VIII.

1827.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	Intervall IV.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
23. Julius	I.	U 20 2,3	U 14 37,0	U 8 "	+ 0,79	58° 2' 16,43
30. —	I.	0,0	34,9	37,2	+ 1,18	18,67
31. —	I.	3,0	38,0	37,7	+ 0,30	18,98
14. Aug.	I.	19 56,4	31,8	32,3	+ 0,14	23,05
24. Julius	II.	1 20 17,5	1 14 45,8	1 8 56,3	— 1,25	16,76
28. —	II.	10,3	39,7	50,1	+ 0,34	18,05
7. —	II.	6,1	34,4	44,0	— 0,09	21,09
16. —	II.	19 56,5	24,4	34,3	+ 1,06	23,58
Corr. für Uhgang		— 0,09	— 0,09	— 0,08		

Für Lage I ist:	23. Julius.	30. Julius.	31. Julius.	14. August.
aus Int. II. $\varphi' = 58\ 22\ 46,72$		47,99	49,18	49,14
— — III. $\varphi' = 46,43$		47,87	49,01	49,46
— — IV. $\varphi' =$		48,10	47,28	48,92
Mittel $\varphi' = 58\ 22\ 46,57$		47,99	48,49	49,17

Für Lage II ist:	24. Julius.	28. Julius.	7. August.	16. August.
aus Int. II. $\psi' = 58\ 22\ 49,98$		48,61	48,68	46,63
— — III. $\psi' = 49,49$		49,06	48,67	46,78
— — IV. $\psi' = 49,47$		49,13	48,70	47,36
Mittel $\psi' = 58\ 22\ 49,65$		48,93	48,68	46,92

Hieraus findet man für den mten August  $\frac{1}{2} (\psi' - \varphi') = - 0,051 - 0,0071 (m - 5)$ ,  
und dadurch für  $\varphi''$ :

23. Jul.	58° 22' 47,98	— 0,43	31. Jul.	58° 22' 49,03	+ 0,62
24. —	48,35	— 0,06	7. Aug.	48,89	+ 0,48
28. —	48,06	— 0,35	14. —	48,20	— 0,21
30. —	48,64	+ 0,23	16. —	48,11	— 0,30
Mittel aus 8 Bestimmungen $\varphi'' = 58\ 22\ 48,407$					
$\varphi''' = 58\ 22\ 48,405.$					

## ZENITHSTERNE IN DORPAT.

## Polhöhe aus Anonyma IX.

1827.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	Intervall IV.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
23. Julius	I.	1 2' 33,8		47' 8,5	+ 0,90	58° 11' 28,30
30. —	I.	32,0	55 26,2	4,0	+ 1,18	30,53
31. —	I.	34,5		6,7	+ 0,26	30,84
14. August	I.	27,6		46 56,8	+ 0,07	34,89
24. Julius	II.	1 2' 54,3	55 40,8	47 34,1	— 1,30	28,63
28. —	II.	45,6	29,8	22,5	+ 0,34	29,91
7. August	II.	39,9	23,3	14,0	— 0,06	32,94
16. —	II.	30,3	12,0	46 59,5	+ 1,02	35,42
Corr. für Uhr.		— 0,07	— 0,06	— 0,06		

Für Lage I ist:

	23. Julius.	30. Julius.	31. Julius.	14. August.
aus Int. II. $\phi' = 58^{\circ} 22' 45,95$		47,52	48,07	48,70
— — III. $\phi' =$		47,87		
— — IV. $\phi' =$	46,72	47,68	48,03	48,38
Mittel $\phi' = 58 22 46,34$		47,69	48,05	48,54

Für Lage II ist:

	24. Julius.	28. Julius.	7. August.	16. August.
aus Int. II. $\psi' = 58^{\circ} 22' 49,41$		48,30	48,31	47,40
— — III. $\psi' =$	49,51	47,95	47,93	46,87
— — IV. $\psi' =$	49,76	48,64	48,29	46,80
Mittel $\psi' = 58 22 49,56$		48,30	48,18	47,02

Hieraus findet sich für den mten August  $\frac{\psi' - \phi'}{2} = + 0,0050 - 0,00911 (m - 5)$ ,  
und dann für  $\phi''$ :

23. Jul.	58° 22' 47,52	— 0,53	31. Jul.	58° 22' 48,53	+ 0,48
24. —	48,47	+ 0,42	7. Aug.	48,36	+ 0,31
28. —	47,57	— 0,48	14. —	47,72	— 0,33
30. —	48,22	+ 0,17	16. —	48,02	— 0,03
Mittel aus 8 Bestimmungen $\phi'' = 58 22 48,049$					
$\phi''' = 58 22 48,047.$					



## Polhöhe aus Anonyma X.

1827.	Lage.	Intervall II.	Intervall III.	Intervall IV.	$\frac{J + J'}{2}$	$\delta$
30. Julius	I.	55' 31,8	47' 22,4	37' 14,0	+ 1,23	58° 14' 32,10
31. —	I.	34,3	26,2	15,2	+ 0,21	32,42
14. August	I.	26,5		7,2	+ 0,09	36,70
17. —	I.	18,3	8,1	36 53,7	+ 1,98	37,55
24. Julius	II.	55 58,5			— 1,26	58 14 30,08
28. —	II.	49,0	47 31,0	37 38,0	+ 0,28	31,46
7. August	II.	41,2	20,2	28,8	+ 0,02	34,62
16. —	II.	27,5	5,7	9,5	+ 1,20	37,23
Corr. für Uhr.		— 0,06	— 0,06	— 0,04		

Für Lage I ist:

	30. Julius.	31. Julius.	14. August.	17. August.
aus Int. II. $\varphi' =$	58° 22' 46,50	46,88	47,82	47,21
— — III. $\varphi' =$	46,62	47,28		47,86
— — IV. $\varphi' =$	46,51	46,17	48,10	47,18
Mittel $\varphi' =$	56 22 46,54	46,78	47,96	47,42

Für Lage II ist:

	24. Julius.	28. Julius.	7. August.	16. August.
aus Int. II. $\psi' =$	58° 22' 48,94	47,96	47,64	45,84
— — III. $\psi' =$		48,00	47,16	45,93
— — IV. $\psi' =$		47,51	47,87	46,38
Mittel $\psi' =$	48,94	47,82	47,56	46,05

Hieraus findet sich für den mten August  $\frac{\psi' - \varphi'}{2} = + 0,241 - 0,0874 (m - 5)$ ,  
und folglich  $\varphi''$ :

24. Jul.	58° 22' 47,99	+ 0,77	7. Aug.	58° 22' 47,73	+ 0,51
28. —	47,12	— 0,10	14. —	47,19	— 0,03
30. —	47,06	— 0,16	16. —	47,01	— 0,21
31. —	47,22	0,00	17. —	46,47	— 0,75

Mittel aus 8 Bestimmungen  $\varphi'' = 58 22 47,221$  $\varphi''' = 58 22 47,219$

### ZUSAMMENSTELLUNG DER AUS DEN ZENITHSTERNEN ERHALTENEN RESULTATE.

Reducirt man die Polhöhen auf die Hauptpunkte mit den, Seite 210, gegebenen Gröſsen, so erhält man:

für Jacobstadt Endp.	für Hochland Zelt I.	für Dorpat Thurmmitte.
aus Anon. I. $56^{\circ} 30' 5,304$	aus Anon. IV. $60^{\circ} 5' 9,555$	aus Anon. VII. $58^{\circ} 22' 47,304$
— P.XVII. 22      5,195	— — V.      9,434	— — VIII.      47,710
— Anon. III.      5,479	— — VI.      9,119	— — IX.      47,352
		— — X.      46,524
Mittel $56^{\circ} 30' 5,326$	$60^{\circ} 5' 9,369$	$58^{\circ} 22' 47,222$

Für die Verbesserung der Gesichtslinie haben wir  $G = \frac{\psi - \varphi'}{2} \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \varphi}$ ; und

$$\begin{aligned} \text{in Jacobstadt aus Anonyma I. } \frac{\psi - \varphi'}{2} &= - 0,160; G = - 0,160 \\ \text{— P.XVII. 22 — — —} &= - 0,115; \quad \text{— } 0,114 \\ \text{— Anon. III. — — —} &= - 0,205; \quad \text{— } 0,205 \\ &\text{Mittel } G = - 0,160 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{in Hochland aus Anon. IV. } \frac{\psi - \varphi'}{2} &= + 6,725; G = + 6,706 \\ \text{— — — V. — — —} &= + 6,675; \quad \text{— } + 6,661 \\ \text{— — — VI. — — —} &= + 6,640; \quad \text{— } + 6,635 \\ &\text{Mittel } G = + 6,667 \end{aligned}$$

in Dorpat für den mten August

$$\begin{aligned} \text{aus Anon. VII. } \frac{\psi - \varphi'}{2} &= + 0,057 - 0,1090 (m-5); G = + 0,057 - 0,1086 (m-5) \\ \text{— — — VIII. — — —} &= - 0,051 - 0,1071 (m-5); \quad \text{— } - 0,051 - 0,1067 (m-5) \\ \text{— — — IX. — — —} &= + 0,050 - 0,0911 (m-5); \quad \text{— } + 0,050 - 0,0909 (m-5) \\ \text{— — — X. — — —} &= + 0,241 - 0,0874 (m-5); \quad \text{— } + 0,241 - 0,0873 (m-5) \\ &\text{Mittel } G = + 0,074 - 0,0984 (m-5) \end{aligned}$$

Die Beobachtungstage der Zenithsterne fallen in Jacobstadt und Hochland sehr nahe mit denen der Bärensterne zusammen: so daß die Bestimmungen für G als für denselben Tag geltend angesehen werden können. Im Mittel haben wir:

	in Jacobstadt	in Hochland
aus den Bärensternen G	$= + 0,163$	$+ 6,818$
— — Zenithsternen G'	$= - 0,160$	$+ 6,667$
G' — G	$= - 0,323$	$- 0,151$

Die Beobachtungszeit der Zenithsterne war aber im Mittel etwa 5 Stunden später der Nacht zu, als die der Bärensterne, und so geben beide Orte eine Verminderung des positiven  $G$  bei Abnahme der Temperatur. Die Temperaturabnahme ist auch entschieden in Jacobstadt gröfser gewesen, als in Hochland, und hieraus erklärt sich der gröfsere Werth von  $G' - G$  an ersterem Orte. Diese von der Wärme abhängige Veränderung von  $G$  erklärt nun auch die schon aus den Beobachtungen der Bärensterne gefolgerte allmälige Abnahme von  $G$  während der beinahe zweimonatlichen Beobachtungszeit in Dorpat, vom 27. Junius bis 17. August, für welche wir, Seite 237, den Ausdruck  $G = + 1,481 - 0,0406 (n - 25)$  für den  $n$ ten Julius fanden, während die Zenithsterne  $G = + 0,074 - 0,0984 (m - 5)$  für den  $m$ ten August geben. Aus diesem letzten Ausdrücke folgt für den 25. Julius  $G = + 1,156$ , wiederum etwas kleiner als das aus den Bärensternen gefolgerte  $G = + 1,481$  wegen der späteren Beobachtungsstunde. Dafs die von der Temperatur abhängige Veränderlichkeit der Gesichtslinie auf die endlichen Polhöhen keinen Einflufs hat, folgt aus dem Gebrauch des Instruments in beiden Lagen.

Bestimmt man die wahrscheinlichen Fehler der Polhöhen aus den Zenithsternen nach den einzelnen  $\phi''$  mit dem Mittel verglichen, wie Seite 237, so findet sich:

	$m$	$Q$	W. F. einer Be- stimmung.	W. F. des Mittels.
In Jacobstadt für P. XVII. 22	9	2,01	0,349	0,116
Anon I.	9	3,64	0,487	0,163
— III.	6	1,29	0,383	0,156
In Hochland — — — IV.	8	0,50	0,195	0,069
— — — V.	9	1,87	0,349	0,116
— — — VI.	7	2,21	0,139	0,053
In Dorpat — — — VII.	8	1,67	0,557	0,127
— — — VIII.	8	1,11	0,313	0,112
— — — IX.	8	1,13	0,321	0,113
— — — X.	8	1,47	0,366	0,119

Die  $\Sigma Q$  ist = 16,90, die  $\Sigma m$  = 80, die der [unbekannten = 6. 2 + 4. 3 = 24; und folglich im Mittel  $\frac{1}{2}$  der w. F. einer einzelnen Bestimmung = 0,6745.  $\sqrt{16,90:56} = 0,371$ , welches nahe genug mit dem Seite 239 a priori für  $d\phi$  aus 2 Fäden gefundenen Werth 0,293 übereinstimmt, der zu vergleichen ist da bald an drei, bald an zwei, mitunter aber nur an einem Faden beobachtet wurde. Nehmen wir den Mittelwerth der w. F. des Mittels, so haben wir 0,113 für die auf einem Sterne beruhende Polhöhe, in so ferne sie von den zufälligen Fehlern in der Beobachtung am Passageninstrument abhängig ist. Der wahrscheinliche Fehler der an den Meridiankreisen be-

stimmten relativen Declinationen ist, Seite 250, für jeden der 9 Sterne  $0'',097$  und für den zehnten  $0'',115$ . Wir wollen hierfür  $0'',100$  setzen. Damit erhalten wir den wahrscheinlichen Fehler einer relativen Polhöhe durch einen Stern aus beiden Fehlerquellen  $= \sqrt{(0,100^2 + 0,113^2)} = 0'',151$ . Die 3 Bestimmungen in Jacobstadt und die in Hochland geben eine diesem w. F. sehr nahe Übereinstimmung; von den 4 in Dorpat weicht die des letzten Sterns  $= 58^\circ 22' 46'',524$  von dem Mittel der 3 andern  $= 58^\circ 22' 47'',455$  um  $0'',931$  ab, und zeigt dadurch schon die Einwirkung einer nicht unbedeutenden eigenthümlichen Bewegung für diesen Stern mit ähnlicher Sicherheit an, wie wir oben Seite 236 eine Correction der für  $\zeta$  Ursae angenommenen Declination gefunden haben. Von dieser eigenen Bewegung ist nemlich bei den Zenithsternen keine Rechnung getragen, obgleich sie mit dem Betrage von nahezu 3 Jahren auf unsere Polhöhen von Jacobstadt und Hochland und von zwei Jahren auf die von Dorpat einfließt. Es bleibt uns also noch übrig durch spätere Beobachtungen an den Meridiankreisen in Abo und Dorpat die eigenen Bewegungen dieser Sterne direct zu bestimmen, und dann die aus ihnen gefolgerten Resultate zu verbessern. Bis dahin können wir die Resultate, welche die Zenithsterne geben, nur als näherungsweise richtig ansehen, da es nicht zu vermuthen ist, daß diese kleinen Sterne im Mittel für jeden Ort eine sich auf eine ganze Secunde erhebende Bewegung in 2 oder 3 Jahren haben.

Im Mittel genommen beziehen sich die Ortsbestimmungen an den Meridiankreisen für die 9 ersten Sterne auf das Jahr 1829,48 und für den 10ten auf 1829,86, die Zenithsterne sind aber in Jacobstadt, Hochland und Dorpat um 1826,43, 1826,39 und 1827,60 beobachtet. Setzt man daher für die Sterne 1 ... 10 die eigenthümlichen Bewegungen in Decl.  $= m^1, m^2, \dots$ , und  $\frac{m^1 + m^2 + m^3}{3} = \mu'$ ,  $\frac{m^4 + m^5 + m^6}{3} = \mu''$ ,  $\frac{m^7 + m^8 + m^9 + 1,20m^{10}}{4} = \mu'''$ : so hat man folgende

#### Polhöhen aus den Zenithsternen.

für Jacobstadt Endpunct.	für Hochland Zelt I.	für Dorpat Thurmmitte.
$56^\circ 36' 5,326 - 3,05\mu'$	$60^\circ 5' 9,369 - 2,89\mu''$	$58^\circ 22' 47,222 - 1,88\mu'''$
wahrs.Fehl. $\mp 0,088$	$\mp 0,088$	$\mp 0,076$

#### Amplituden aus den Zenithsternen.

	wahrs. Fehler
Jacobstadt — Hochland $= 3^\circ 35' 4,043 + 3,05\mu' - 2,89\mu''$	$0,124$
Jacobstadt — Dorpat $= 1^\circ 52' 41,896 + 3,05\mu' - 1,88\mu'''$	$0,116$
Dorpat — Hochland $= 1^\circ 42' 22,147 + 1,88\mu''' - 2,89\mu''$	$0,116$

## IV. FORTSETZUNG DER ABSOLUTEN ZEITBESTIMMUNG.

Die Zeitbestimmungen haben für uns außer ihrer bisherigen Anwendung einen gedoppelten Zweck, erstens zur Reduction der Azimutalbeobachtungen durch den Polarstern zu dienen, zweitens zur Reduction der für die Polhöhe an beiden Verticalkreisen beobachteten Zenithdistanzen. Die I. 211 und 212 für Dorpat gegebenen Zeitbestimmungen enthalten alles vollständig, so daß es ein leichtes ist für jedes andere Moment die Correction der Uhr von Hubert zu finden, indem von der für 15 Uhr 27' H. durch Gemma gefundenen ausgegangen wird.

Für Jacobstadt begannen die Beobachtungen für die Polhöhen am 23. Mai 1826, während die erste Zeitbestimmung am 24. gemacht ist. Den Uthrgang vom 23. bis 24. gibt uns der Durchgang von  $\zeta$  Ursae majoris Seite 226 =  $+ 5''{,}64$ . Benutzen wir dieses Datum und reduciren wir zu größerer Bequemlichkeit alle Uhr correctionen, die Seite 216 gegeben sind, auf 0 Uhr 0' R. d. h. der Hauptuhr von Repsold, so finden sich folgende Werthe:

Uhr correctionen in Jacobstadt für 0 U. 0' R.

1826	Uhr correction.	Tägliche Veränder.	1826	Uhr correction.	Tägliche Veränder.
23. Mai	$+ 25''{,}68$	$+ 5''{,}64$	3. Junius	$(+ 1' 26''{,}23)$	$+ 5''{,}63$
24. —	$+ 31''{,}32$	$5''{,}73$	4. —	$(+ 1' 31''{,}86)$	$5''{,}63$
25. —	$+ 37''{,}95$	$5''{,}49$	5. —	$(+ 1' 37''{,}49)$	$5''{,}63$
26. —	$+ 42''{,}54$	$5''{,}53$	6. —	$(+ 1' 43''{,}12)$	$5''{,}63$
27. —	$+ 48''{,}07$	$5''{,}41$	7. —	$+ 1' 48''{,}75$	$5''{,}42$
28. —	$(+ 53''{,}48)$	$5''{,}42$	8. —	$(+ 1' 54''{,}17)$	$5''{,}42$
29. —	$+ 58''{,}90$	$5''{,}43$	9. —	$(+ 1' 59''{,}59)$	$5''{,}43$
30. —	$+ 1' 4''{,}33$	$5''{,}42$	10. —	$+ 2' 5''{,}02$	$5''{,}48$
31. —	$(+ 1' 9''{,}75)$	$5''{,}42$	11. —	$(+ 2' 10''{,}50)$	$5''{,}48$
1. Junius	$(+ 1' 15''{,}17)$	$5''{,}43$	12. —	$+ 2' 15''{,}98$	
2. —	$+ 1' 20''{,}60$	$5''{,}63$			

Zur Reduction ist an jedem Tage derjenige Uthrgang angewandt, der sich ergab aus den beiden zunächst gelegenen Bestimmungen, zwischen welchen das jedesmalige 0 U. 0' R. liegt. Die in Klammern eingeschlossenen Größen sind durch Einschaltung zwischen zweien um mehr als einen Tag von einander abstehenden Zeitbestimmungen gefunden. Ihre Genauigkeit kann wegen des höchst gleichförmigen Ganges der Uhr nur wenig geringer sein, als an den andern Tagen, und ist völlig hinreichend für den Zweck der Reduction der Polhöhenbeobachtungen.

In Hochland ist durch Zenithdistanzen in beiden Verticalen nur an 5 Tagen eine absolute Zeitbestimmung gemacht worden. Diese ist Seite 230 benutzt, um die Lage des auf den Vertical des Mittagsrohrs senkrechten Declinationskreises zu bestimmen, für welche im Mittel sich  $\beta = -2,905$  fand, constant für die ganze Beobachtungszeit. Bringt man diese Quantität an die Durchgänge von  $\gamma$  Ursae maj. durch den genannten Declinationskreis = D, Seite 229, an: so hat man die wahren Culminationen des Sterns, und durch sie neue Uhr correctionen für die zwischenliegenden Tage, an denen keine Zenithdistanzen zur Zeitbestimmung beobachtet sind.

## Uhr correctionen in Hochland für R.

1826.	D =	Culmin. von γ Urs. maj.	AR γ Urs. maj.	Uhr. durch γ Urs. maj.	Uhr corr. für 13 U 40' R	Tägliche Veränder.		
26. Julius	U	U	U		+	39,78*		
27. —	13 40' 15,63	13 40' 12,73	13 40' 41,97	+	29,24	+	29,04*	— 10,74
28. —	25,97	23,07	41,94	+	18,87	+	18,87	— 10,17
29. —	36,59	33,69	41,92	+	8,23	+	8,56*	— 10,37
30. —	47,03	44,13	41,89	—	2,24	—	2,23	— 10,73
31. —						(—	13,05)	— 10,82
1. August	41 8,64	41 5,74	41,85	—	23,89	—	23,88	— 10,83
2. —	19,27	16,37	41,82	—	34,55	—	34,54	— 10,66
3. —						(—	45,37)	— 10,83
4. —	40,89	37,99	41,77	—	56,22	—	56,21	— 10,84
5. —						(—	1' 7,30)	— 11,09
6. —						(—	1 18,40)	— 11,10
7. —						(—	1 29,49)	— 11,09
8. —						(—	1 40,59)	— 11,10
9. —	42 36,26	42 33,36	41,65	—	1' 51,71	—	51,69	— 11,10
10. —						(—	2 3,43)	— 11,74
11. —	59,69	56,79	41,60	—	2' 15,19	—	15,17	— 11,74
12. —	43 11,82	43 8,92	41,58	—	2' 27,34	—	27,48*	— 12,31
13. —	22,66	19,76	41,56	—	2' 38,20	—	38,11*	— 10,63

Die vorletzte Columnne enthält die für 13 U 40' R geltenden Uhr correctionen, an den 5 Tagen, wo Zenithdistanzen beobachtet sind, aus den Seite 218 gegebenen auf 13U. 40' reducirt, für die andern Tage, wo  $\gamma$  Ursae beobachtet, nach diesem Sterne, und für die zwischenliegenden Tage durch Interpolation gefunden. Für die letzten sind die Zahlen umklammert. Die aus den Zenithdistanzen gefolgerten Uhr correctionen sind mit einem Sternchen bezeichnet. Diese Zeitbestimmungen sind bei den im nachfolgenden Abschnitte gegebenen Reductionen der Zenithdistanzen für die Polhöhen gebraucht. Für die in Hochland auf Maggi-Pälus gemachten Azimutalbeobachtungen ist eine eigene Zeitbestimmung vorhanden. Siehe weiter unten die Azimute.

## V. POLHÖHEN AUS DEN BEOBACHTUNGEN AN DEN BEIDEN VERTICALKREISEN.

Bezeichnet man mit  $\varphi$  und  $\delta$  die Polhöhe und die Declination, mit  $z$  die einem Stundenwinkel  $= t$  zugehörige, mit  $z'$  die in der obern Culmination stattfindende Zenithdistanz eines Sterns, beide von der Refraction befreit: so ist bekanntlich, wenn  $\sin \varphi \cdot \sin \delta = a$  und  $\cos \varphi \cdot \cos \delta = b$ ,

$$\cos z' = a + b; \cos z = a + b \cdot \cos t.$$

$$\cos z' - \cos z = b \cdot (1 - \cos t); \text{ folglich } \sin \frac{1}{2}(z - z') = \frac{b \cdot \sin \frac{1}{2}t}{\sin \frac{1}{2}(z' + z)};$$

oder wenn  $z - z' = r$ , und  $\frac{1}{2}(z' + z) = \zeta$ , die ganz strenge Formel für die Reduction beliebiger Zenithdistanz auf die des Meridians:

$$\sin \frac{1}{2}r = \frac{b \cdot \sin \frac{1}{2}t}{\sin \zeta}.$$

Meinem verehrten Freunde und Mitarbeiter, Herrn Professor Paucker, verdanke ich die Beachtung dieser einfachsten Form der Reduction auf den Meridian, die, wenn man Tafeln für  $\sin \frac{1}{2}t$  für die einzelnen Zeitsecunden des Quadranten hat, unter allen Umständen eine bequeme ist. Solche Tafeln sind in Mendoza's Requisite tables gegeben, und verdienen ihres vielfachen Gebrauches wegen eine allgemeinere Verbreitung.

Unsere Formel schreibt sich auch

$$r = \frac{2b}{\sin \zeta \cdot \sin 1''} \cdot \sin \frac{1}{2}t \cdot \frac{\text{arc. } \frac{1}{2}r}{\sin \frac{1}{2}r},$$

$$\text{oder } \log r = K - \log \sin \zeta + v + \log \sin \frac{1}{2}t.$$

Hier ist  $K = 5,615455 + \log \cos \varphi + \log \cos \delta$ , und  $v = \log \text{arc. } \frac{1}{2}r - \log \sin \frac{1}{2}r$ , welches sich aus den meisten Tafeln findet. Zur Bequemlichkeit gebe ich hier eine kleine Tafel von  $v$  fürs Argument  $\log r$ , in welcher  $v$  in Einheiten der 6ten Decimale ausgedrückt ist.

Log r =	v =	Log r =	v =
3,00	0	3,90	27
3,10	1	4,00	43
3,20	1	4,05	54
3,30	2	4,10	67
3,40	3	4,15	85
3,50	4	4,20	107
3,60	7	4,25	135
3,70	11	4,30	170
3,80	17		

Setzt man  $K - \log \sin \zeta = m$ ,  $K - \log \sin z' = m'$ ,  $m' - m = \mu$ , so haben wir:

$$\log r = m' - \mu + v + \log \sin^2 \frac{1}{2} t = \xi + \log \sin^2 \frac{1}{2} t,$$

$$\text{und } \mu = \log \sin(z' + \frac{1}{2} r) - \log \sin z',$$

zwei Gleichungen, die sich leicht durch Näherung auflösen lassen. In dieser Form ist für eine Reihe von Circummeridianzenithdistanzen, die an mehreren nahegelegenen Tagen beobachtet sind, die Reduction am bequemsten, wenn man sich statt der jedesmaligen Näherung eine Tafel berechnet, welche  $\xi$  für jede Minute des Stundenwinkels unmittelbar gibt. Ich erläutere dies durch ein Beispiel.

In Jacobstadt war der Stern Gemma vom 24. Mai bis 2. Junius 1826 beobachtet. Hier ist  $\phi = 56^\circ 30' 5''$ ,  $\delta = 27^\circ 18' 15''$ ,  $z' = 29^\circ 11' 50''$ ,  $\log \sin z' = 9,688257$  und  $m' = 5,615455 - 9,688257 + \log \cos \phi + \log \cos \delta = 5,617770$ .

t in Zeit	0'	8'	16'	24'
Log $\sin^2 \frac{1}{2} t$		6,4837	7,0856	7,4376
Log $\sin^2 \frac{1}{2} t + m' = \log r$		2,1015	2,7034	3,0554
Erster Werth von r		2' 6"	8' 25"	18' 56"
$\zeta = 29^\circ 11' 50'' + \frac{1}{2} r$		29° 12' 53"	29° 16' 2"	29° 21' 18"
Log $\sin \zeta$		9,688494	9,689205	9,690390
$-\mu = \log \sin z' - \log \sin \zeta$		- 237	- 948	- 2133
Zweiter Werth von log r		2,1013	2,7025	3,0533
— — von r		2' 6"	8' 24"	18' 50"
— — von $\zeta$				29° 21' 15"
— — von log sin $\zeta$				9,690379
— — von — $\mu$		- 237	- 948	- 2122
$\xi = m' - \mu + v$	5,617770	5,617533	5,616822	5,615648
$\Delta' \xi$	- 237	- 711	- 1174	
$\Delta'' \xi$		- 474	- 463	

Interpolirt man mit diesen Differenzen immer aufs halbe Intervall, so erhält man:

t =	$\xi$	t =	$\xi$	t =	$\xi$
0 0'	5,617770	0 8'	5,617533	0 16'	5,616822
1	7767	9	7471	17	6701
2	7756	10	7401	18	6571
3	7737	11	7324	19	6436
4	7711	12	7238	20	6293
5	7678	13	7146	21	6143
6	7637	14	7046	22	5985
7	7589	15	6938	23	5821
8	7533	16	6822	24	5648

Die Veränderung von  $\xi$  für  $+x''$  Veränderung der Declination ist  $= +2,7 \times$  Einheiten der 6. Decimale.



Ohne Bedenken kann man aus dieser Tafel die sechste Decimale wegwerfen und die Berechnung von  $r$  mit 5 Stellen führen. Man übersieht gleich, daß  $m' - \xi$  sehr nahe den Quadraten der Stundenwinkel proportionirt ist, woraus, wenn die Stundenwinkel etwa nur bis  $20'$  gehen und der Stern nicht zu nahe beim Zenith ist, eine bedeutende Vereinfachung für die Berechnung der Tafel sich ergibt.

Es ist klar, daß wenn man die Stundenwinkel von der untern Culmination an rechnet, und statt  $z' = \varphi - \delta$  jetzt  $z' = 180^\circ - (\varphi + \delta)$  setzt, man den  $\log r$  der negativen Reduction auf die untere Culmination erhält, für welche  $\mu = \log \sin \xi - \log \sin z'$  negativ wird. Für den Polarstern läßt sich daher eine Tafel der  $\xi$  von beiden Culminationen an entwerfen, z. B. von  $10'$  zu  $10'$  in Zeit. Zur Probe stehe hier folgende vom Paucker auf 4 Stunden berechnete

Tafel der  $\xi$  für den Polarstern in Jacobstadt,  $\varphi = 56^\circ 30' 5''$ ,  $\delta = 88^\circ 22' 46'' 5$ .

$t =$	$\xi$ für obere Culmin.	$\xi$ für untere Culmin.	$t =$	$\xi$ für obere Culmin.	$\xi$ für untere Culmin.
U			U		
0 0	4,08605	4,04890	2 0	4,08468	4,05003
10	8604	4891	10	8445	5022
20	8601	4893	20	8421	5043
30	8597	4897	30	8394	5065
40	8590	4903	40	8367	5088
50	8581	4910	50	8337	5112
1 0	8570	4919	3 0	8307	5138
10	8557	4929	10	8276	5166
20	8543	4941	20	8242	5193
30	8528	4954	30	8208	5222
40	8510	4969	40	8173	5253
50	8490	4985	50	8136	5284
2 0	8468	5003	4 0	8099	5316
	-7,45x	-7,45x		-7,45x	-7,45x

Die unterste Zeile gibt wieder die Veränderung von  $\xi$  in Einheiten der 5ten Decimale für  $x''$  Zunahme der Declination.

Der Gebrauch solcher Hilfsmittel tritt vorzüglich deswegen ein, weil wir meistens nicht unmittelbar eine Zenithdistanz beobachten, sondern diese erst aus der Verbindung zweier Beobachtungen in entgegengesetzter Lage des Verticalkreises ge-

gen die senkrechte Umdrehungsachse bestimmen. Der Beobachter kann indess ohne Schwierigkeit immer den Ort des Zeniths auf dem Kreise = O sehr nahezu wissen. So wie O gegeben ist gibt jede einzelne Ablesung unmittelbar nach Anbringung der Refraction die Zenithdistanz  $z$ , und folglich  $\zeta = \frac{1}{2}(z + z')$ , womit sich dann sogleich  $r$  ohne Näherung findet. Hier gebraucht namentlich beim Polarstern  $z$  nicht ein Mal sehr genau zu sein, da man  $dr = -r \cdot \cotang \zeta \cdot d\zeta$  hat. Wäre  $dz = 1'$ , also  $d\zeta = 0',5$ : so hat man  $dr = 0,0001455 r \cdot \cotang \zeta = \frac{K}{7000} r \cdot \cotang \zeta$  nahezu. Anstatt daher  $z$  aus dem Ort des Zeniths und der Ablesung abzuleiten, kann man dessen genäherten Werth namentlich beim Polarstern aus der Hülftafel nehmen, die jeder Beobachter berechnet haben muß um den Stern bei Tage durch Azimut und Zenithdistanz aufzufinden; oder auch aus einer unmittelbaren Ablesung am kleinen Aufsuchekreise, der einzelnen Minuten gibt. Im Fall des Bedarfs werden die ersten Werthe von  $r$  durch eine zweite Rechnung verbessert. Selbst wenn man den ersten Werth von  $r$  nur mit  $\sin z'$  berechnet, wird man auch für die größten Stundenwinkel des Polarsterns mit zwei Näherungen auskommen. Dies letzte mag folgendes Beispiel erläutern. Wenn der Polarstern bei  $\varphi = 58^\circ 22' 47''$  und  $\delta = 88^\circ 22' 27'',9$  unter einem Stundenwinkel von genau 6-Stunden beobachtet ist, so läßt sich die Reduction mit demselben Stundenwinkel sowohl auf die untere als auf die obere Culmination machen.  $K$  ist hier = 3,78785.

	Reduction auf die obere Culm.	Reduction auf die un- tere Culm.
$z'$	$29^\circ 59' 41''$	$33^\circ 14' 45''$
$\text{Log } \sin^2 \frac{1}{2} t$	9,69897	9,69897
$K$	3,78785	3,78785
Comp. log sin $z'$	0,30105	0,26099
Erster Werth log $r$	3,78785	3,74781
— — — von $r$	$1^\circ 42' 15''$	$1^\circ 33' 15''$
$\zeta = z' + \frac{1}{2} r$	$30^\circ 50' 48''$	$32^\circ 28' 7''$
Comp. Log sin $\zeta$	0,29011	0,27016
— — — — —	1092	917
Zweiter Werth log $r$	3,77693	3,75698
— — — von $r$	$1^\circ 39' 43''$	$1^\circ 35' 14''$
— — — — — $\zeta$	$30^\circ 49' 33''$	$32^\circ 27' 8''$
Comp. log sin $\zeta$	0,29037	0,27035
— — — — —	+ 2	+ 1
Letzter Werth log $r$	3,77721	3,75718
$r$	$1^\circ 39' 47'',0$	$1^\circ 35' 17'',2$

Die Summe der beiden  $r$  ist richtig  $3^\circ 15' 4'',2 = 2 \cdot 1^\circ 37' 32'',1 = 2 \cdot (90^\circ - \delta)$ .

Um eine vollständige Anwendung unserer Reductionsmethode zu geben, wende ich sie auf die II. 162 befindlichen gleichzeitigen Beobachtungen von Gemma und von Polaris an, wobei sich die oben gegebenen Tafeln von  $z$  benutzen lassen. Das Tagbuch gibt uns die Uhrzeiten der kleinen Uhr, welche mittelst der Uhrvergleichung  $R - r = \Delta$ , II. 181, in Uhrzeiten der Hauptuhr  $R$  verändert werden, so wie diese mit der I. 265 gegebenen Uhr correction für  $R = \Delta'$  auf Sternzeit gebracht werden. Mit welchem Zeichen die Reduction auf den Meridian an die Ablesungen anzubringen sei, ist leicht zu übersehen. Sie ist in der obern Culmination für K. R. negativ, für K. L. positiv, umgekehrt in einer untern Culmination (Siehe I. 109). Die AR des Polarsterns ist für die untere Culmination um 12 Uhr vermehrt. Das übrige wird aus der Darstellung klar.

Jacobstadt. 29. Mai 1826. Gemma, AR = 15 U. 27' 22",46,  $\delta = 27^\circ 18' 14",71$ .

Kreis.	Links.	Links.	Rechts.	Rechts.
	U	U	U	U
II. 162. Uhrzeit	15 26 54,0	15 29 54,0	15 34 54,0	15 38 2,0
II. 181. $\Delta$	+ 4,79	+ 4,79	+ 4,79	+ 4,78
I. 265. $\Delta'$	+ 56,98	+ 56,99	+ 57,01	+ 57,03
Sternzeit der Beobachtung S	15 27 55,77	15 30 55,77	15 35 55,80	15 39 3,81
Stundenwinkel $t = S - AR$	0 33,31	3 33,31	8 33,34	11 41,35
$\text{Log sin}^2 \frac{1}{2} t$	4,16642	5,77928	6,54202	6,81304
I. 268. $z$	5,61777	5,61772	5,61750	5,61727
$\text{Log } r$	9,78419	1,39700	2,15952	2,43031
$r$	+ 0,61	+ 24,95	- 2 24,38	- 4 29,34
II. 162. Ablesung	136 44 41,2	44 19,5	195 9 45,8	11 49,9
Meridianörter	136 44 41,81	44 44,45	195 7 21,42	7 20,56
Mittel Kreis rechts	195 7 20,99	Ort des Zeniths =	165 56 2,06	
Mittel Kreis links	136 44 43,13	Zenithdistanz =	29 11 18,93	
Summe	331 52 4,12	Refraction	+ 31,82	
Differenz	58 22 37,86	$z' =$	29 11 50,75	$\phi = 56 30 5,46$

Jacobstadt. 29. Mai 1826. Polaris, AR = 12 U. 58' 22",66,  $\delta$  = 88° 22' 46",87.

Kreis.	Links.	Links.	Rechts.	Rechts.
Uhrzeit	U 15 19 27,0	U 15 22 6,5	U 15 43 46,5	U 15 47 8,5
$\Delta$	+ 4,79	+ 4,79	+ 4,78	+ 4,78
$\Delta'$	+ 56,95	+ 56,96	+ 57,05	+ 57,06
S	15 20 28,74	15 23 8,25	15 44 48,33	15 48 10,34
t	2 22 6,08	2 24 45,59	2 46 25,67	2 49 47,68
$\text{Log sin}^2 \frac{1}{2} t$	8,96881	8,98438	9,10086	9,11747
$\xi$	4,05045	4,05050	4,05100	4,05108
$\text{Log } r$	3,01926	3,03488	3,15186	3,16855
Anstatt die Tafel der $\xi$ anzuwenden, hätte man hier den aus Gemma bekannten Ort des Zeniths $O = 165^\circ 56' 2''$ mit $\phi = 56^\circ 30' 5''$ , $z' = 35^\circ 7' 8''$ , $K = 3,80875$ brauchen können; dann wäre die Rechnung folgende:				
Ableitung $\mp$ (Refr. = 40'') = $\eta$	131 6 18	131 6 57	200 39 32	200 38 36
$\mp (O - \eta) = z$	34 49 44	34 49 5	34 43 30	34 42 34
$\xi = \frac{1}{2} (z' + z)$	34 58 26	34 58 7	34 55 19	34 54 51
$K + \log \sin^2 \frac{1}{2} t$	2,77756	2,79513	2,90961	2,92622
$\text{Log sin } \xi$	9,75831	9,75825	9,75775	9,75767
$\nu = 0$ ; $\log r$	3,01925	3,03488	3,15186	3,16855
Beide Rechnungen stimmen völlig überein und geben:				
$r =$	- 17 25,34	- 18 3,62	+ 23 38,60	+ 24 34,17
Ableitung =	131 6 58,0	7 36,9	200 38 52,4	37 56,0
Meridianörter =	130 49 32,66	49 33,28	201 231,00	250,17
Mittel Kreis rechts	201 2 30,59	Ort des Zeniths = 165 56 1,78		
Mittel Kreis links	130 49 32,97	Zenithdistanz = 35 6 28,81		
Summe	331 52 3,56	Refraction + 39,47		
Differenz	70 12 57,62	$z' = 35 7 8,28$ $\phi = 56 54,85$		

Dies Beispiel zeigt, wie aus den 4 einen Satz bildenden Einstellungen sowohl die Meridiandistanz des Gestirns als der Ort des Zeniths abgeleitet wird. Die einzelnen Meridianörter stimmen sehr befriedigend, und so bei allen Beobachtungen. Auch die beiden auf 0,28 übereinstimmenden Zenithörter,  $O = 165^\circ 56' 2,06$  aus Gemma und  $O = 165^\circ 56' 1,78$  aus Polaris, bewähren die Schärfe der Beobachtungen. Wenn, was nicht selten der Fall gewesen, in einem Satze, namentlich am Dorpater Meridiankreise, 8 Einstellungen gemacht worden sind, so habe ich sie in zwei Hälften getheilt, und so gedoppelte Bestimmungen erhalten, die in der unten folgenden Übersicht der Polhöhen getrennt aufgeführt sind: so daß dort jedes Resultat von einer viermaligen Einstellung, zweimal K.R. und zweimal K. L., abhängt.

In der Regel ist jede Reihe von Polhöhen am Dorpater Kreise aus 6 Sätzen bestehend, die um  $15^\circ$  von einander abliegen, wovon ein großer Theil gedoppelt ist,

wodurch es I. A, I. B. u. s. w. gibt. Siehe I. 110. Am Mitauer Kreise sind größtentheils 12 Sätze, die  $7,5^\circ$  von einander abliegen, gemacht, sonst ebenfalls 6 Sätze. Einige Male finden Abweichungen in der regelmässigen Vertheilung der Sätze statt. Der Einfluß hiervon auf die Endresultate ist höchst unbedeutend. Für  $\beta$  Ursae minoris in der unteren Culmination in Hochland ist er null zu setzen, da seine Zenithdistanz  $45^\circ 1'$  auf einem Bogen zwischen K.L. und K.R. von  $90^\circ 2'$  beruht, also durch die 4 Verniere schon unabhängig von den Theilungsfehlern ist.

Mit beiden Verticalkreisen wurde an jedem der drei zu bestimmenden Punkte eine Reihe von Zenithdistanzen von  $\alpha$  und  $\beta$  Ursae minoris in beiden Culminationen gemessen. Dann beobachtete ich am Dorpater Kreise gleichzeitig Gemma und Polaris, den ersten Stern um seine Culmination, den andern also auf Punkten seines Parallels, die um 15 U. 27' Sternzeit nahezu gleichmäÙig vertheilt liegen. Diese Polarsternbeobachtungen wurden auf die untere Culmination reducirt, wie das obige Beispiel es zeigte. Da wir für diese Sterne folgende Zenithdistanzen haben:

	in Jacobstadt	in Dorpat	in Hochland
Gemma	$29^\circ 12' \text{ S}$	$31^\circ 5' \text{ S}$	$32^\circ 47' \text{ S}$
Polarstern (um 15 U. 27')	34 47 N	32 54 N	31 12 N:

so ergibt sich, daß die aus dem Mittel der beiderlei Beobachtungen folgende Polhöhe für jeden Ort nur mit der kleinen Veränderung der Refraction für den Unterschied der beiden Zenithdistanzen behaftet ist, daß sie auch nahezu unabhängig ist von den Theilungsfehlern und der möglichen Unregelmäßigkeit des Instruments, wenn etwa der Biegungscoefficient an und für sich variabel sein oder nicht genau dem Verhältnisse des Sinus der Zenithdistanz folgen sollte. Dadurch, daß zuerst zwei Beobachtungen des Polarsterns K. R., dann vier von Gemma K. R. und K. L., und zuletzt zwei des Polarsterns K. L. gemacht sind, oder umgekehrt, wurde für die Gleichzeitigkeit beiderlei Zenithdistanzen gesorgt. Die aus der Unsicherheit der Declination der Gemma hervorgehenden Fehler verschwinden gänzlich in den Differenzen der Polhöhen, d. h. in den Amplituden, die eigentlich gesucht werden. Endlich ist noch eine Reihe von Zenithdistanzen des Arcturus am Mitauer Kreise genommen. Es war meine Absicht gewesen, auf ähnliche Weise wie ich Gemma und Polaris combinirte, näher zum Scheitelpuncte hin  $\beta$  Ursae min. mit dem gleichzeitig in nahezu gleicher entgegengesetzter Zenithdistanz culminirenden  $\beta$  Bootis zu verbinden. In Jacobstadt ist auch  $\beta$  Bootis beobachtet worden. Aber die mindere Durchsichtigkeit der Luft in Hochland hinderte die correspondirenden Beobachtungen dieses Sterns, der nun schon weiter in den Tag hineingerückt war.

In Bezug auf die Berechnung der Refraction ist folgendes zu bemerken. Nur bei den Zenithdistanzen von Polaris und Gemma in Dorpat 1825 sind die meteorologischen Instrumente der Sternwarte gebraucht, für welche die unverbesserten Angaben II. 138 bis 142 zu finden sind. Verbessert man die Ablesungen des Barometers und des äußeren Thermometers nach Obs. Dorp., Vol. IV, pag. XXXIX und XL, so hat man folgende richtige Angaben, mit welchen die Refractionen berechnet worden sind:

1825.	15. Jul.	16. Jul.	18. Jul.	19. Jul.	22. Jul.	25. Jul.	3. Aug.	4. Aug.	6. Aug.	9. Aug.
Äußer. Therm. Ré.	14,18	12,73	14,94	17,91	12,37	12,73	17,25	18,26	19,11	16,25
Therm. am Bar. Ré.	16,4	15,25	16,1	18,3	14,6	14,2	16,2	18,0	19,15	17,35
Barometer Par. Lin.	338,04	336,91	337,32	335,37	333,31	336,45	338,66	338,15	335,16	334,03

Bei allen übrigen Beobachtungen sind die eigenen meteorologischen Instrumente der Gradmessung gebraucht. Die Angaben des Barometers derselben bedürfen gar keiner Correction. Dagegen sind die Angaben des äußeren Thermometers von mir um die Constante  $-0,42$  Réaumur  $= -0,95$  Fahrenheit verändert. Siehe I. 65. Nachdem diese Correctionen an die meteorologischen Angaben angebracht sind, habe ich alle Refractionen nach der Gauß'schen Tafel in Schumachers Hülftafeln I., Seite 32. A, berechnet, und so in die nachfolgende Übersicht der einzelnen Polhöhen eingeführt. Um aber nicht den Vorwurf zu verdienen, die hiesige Bestimmung der Refraction vernachlässigt zu haben, fügte ich der mittleren Polhöhe aus jeder Reihe die Correction zu, welche dieselbe zu dem Resultate verändert, welches mit der oben I. 208 gegebenen Dorpater Refractionstafel erhalten wäre. Diese GröÙe wurde mit der mittleren Temperatur der Beobachtungsreihe aus der kleinen Tafel für  $\theta$ , I. 209, genommen.

Was die angewandten Declinationen der Sterne betrifft, so habe ich, wie schon erwähnt, die Hülftafeln von Schumacher benutzt. Indefs ist hier zu bemerken, daß der Ort des Polarsterns in den Hülftafeln bis 1826 inclusive auf den Polarstern Tafeln in den Königsberger Beobachtungen Band IV. beruht, und für 1827 auf den Tafeln im Bande XI. Nach den letzten ist die Correction der früheren Tafel in AR  $= +0,92$  in Zeit und in Decl.  $-0,34$  in Bogen, aus Bessels Bestimmungen am Reichenbachschen Kreise hervorgegangen. Diese Verbesserung habe ich an alle Örter des Polarsterns in den Hülftafeln 1824 bis 1826 angebracht. Die Dorpater Beobachtungen geben die Verbesserung  $+0,74$  in

AR und  $- 0,15$  in Decl. sehr nahe übereinstimmend mit Bessel. Siehe Obs. Dorp., Vol. VI, Seite XV. und XX. — Seitdem ich im Besitz der unvergleichlichen *Tabulae Regiomontanae* bin, habe ich die Örter des Polarsterns für 1825 und 1826 aus diesen von neuem berechnet, und immer bis auf wenige Hundertheile in AR und Decl. mit den um  $+ 0,92$  und  $- 0,34$  verbesserten Örtern der Hülftafeln in Übereinstimmung gefunden. Eine gleiche Richtigkeit fand ich für die Declinationen von Gemma und Arcturus in den Hülftafeln aus der Vergleichung mit den *Tabulis Regiomontanis*. Dagegen stimmen in den Hülftafeln 1826 und 1827 die Declinationen von  $\beta$  Ursae minoris nicht vollkommen. Es findet sich nemlich für den 0 Januar 1827 die scheinbare Decl.

$$\begin{array}{rcl} \text{aus den Hülftafeln 1827} & = & 74^{\circ} 51' 28,40'' \\ - & - & - & - & 1826 & = & & 27,98 \\ \text{Correction für 1826} & = & + & 0,42 \end{array}$$

Ich habe daher, unter Annahme dafs dieser Unterschied von dem zum Grunde gelegten mittleren Orte herrührt, an alle Declinationen von  $\beta$  Ursae minoris für 1826 die Correction  $+ 0,42$  angebracht. Da für diesen Stern sich an allen drei Orten gleichzeitige obere und untere Culminationen finden: so wird die Declination gänzlich eliminirt, und es war überflüssig der Differenz weiter nachzuspüren.

Die Örter des Polarsterns sind wo nöthig, z. B. für die Reduction der um 15 U. 27' Sternzeit beobachteten Zenithdistanzen, wegen der täglichen Aberration verbessert worden.

Jede Reihe der Polhöhen ist nach der Seite 209 bestimmten Biegung verbessert und endlich mit den Seite 210 gegebenen Gröfsen auf den eigentlich zu bestimmenden Punct reducirt worden. Bei der Reduction der Zenithdistanzen auf den Meridian und der ersten Ableitung der Polhöhen nach den unveränderten Angaben der Schumacherschen Tafeln erfreute ich mich der Beihülfe der Herren Paucker, Wrangell und Fufs: so dafs alle Rechnungen auch hier mehrfach geführt worden sind.



## DORPATS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

## POLHÖHE VON DORPAT.

## Beobachtungen am Derpater Verticalkreise.

## 1. Polarstern um den oberen Durchgang.

1827.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Meridiankreises.	Differenz vom Mittel.
15. Julius	III. A.	210 30' 45,79	29 59' 43,09	32,98	88° 23' 3,70	58 22' 47,63	+ 0,58
—	III. B.	46,67	44,52	32,98	3,71	46,21	— 0,84
21. —	II. A.	195 13' 43,99	44,00	32,73	4,50	47,77	+ 0,72
—	II. B.	43,10	44,71	32,73	4,51	47,07	+ 0,02
—	I. A.	180 24' 41,63	45,69	32,79	4,52	46,04	— 1,01
—	I. B.	41,18	45,30	32,79	4,53	46,44	— 0,61
24. —	IV. A.	225 5' 15,01	43,85	33,57	5,06	47,64	+ 0,59
—	IV. B.	15,91	44,17	33,57	5,06	47,32	+ 0,27
28. —	V. A.	149 38' 44,81	44,95	33,22	5,68	47,51	+ 0,46
—	V. B.	43,54	46,16	33,22	5,69	46,31	— 0,74
—	VI. A.	165 10' 53,03	45,65	33,23	5,70	46,82	— 0,23
—	VI. B.	52,98	44,64	33,23	5,70	47,83	+ 0,78
Mittel						58 22' 47,05	
Biegung						— 0,21	
Für + 9°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,03	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 47,03; Gew. 12	

## 2. Polarstern um den unteren Durchgang.

10. Julius	I. A.	179 59' 29,31	33 13' 34,29	35,81	88° 23' 3,16	58 22' 46,74	— 0,34
—	I. B.	28,79	35,02	35,81	3,16	46,01	— 1,07
16. —	IV. A.	225 21' 31,99	31,03	36,74	3,67	48,56	+ 1,48
—	IV. B.	34,11	32,59	36,74	3,67	47,00	— 0,08
17. —	V. A.	239 47' 35,77	31,48	36,56	3,76	48,20	+ 1,12
—	V. B.	35,64	32,25	36,56	3,76	47,43	+ 0,35
19. —	III. A.	210 4' 8,54	31,72	36,16	4,07	48,05	+ 0,97
—	III. B.	8,09	33,57	36,16	4,06	46,21	— 0,87
—	II. A.	195 16' 34,72	32,95	36,18	4,04	46,83	— 0,25
—	II. B.	34,49	33,45	36,18	4,03	46,34	— 0,74
20. —	VI. A.	164 56' 20,83	32,14	36,36	4,19	47,30	+ 0,22
—	VI. B.	21,03	33,20	36,36	4,18	46,26	— 0,82
Mittel						58 22' 47,08	
Biegung						— 0,23	
Für + 16°,6 R. Verbess. der Refr.						+ 0,00	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 47,01; Gew. 12	



3.  $\beta$  Ursae minoris um den oberen Durchgang.

1827.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Meridiankreises.	Differenz vom Mittel.
7. Julius	I. A.	179 59' 29,41	16 28' 53,33	16,76	74 51' 56,27	58 22' 46,18	— 0,91
—	I. B.	28,67	55,57	16,76	56,27	43,94	— 3,15
13. —	II. A.	194 32' 46,07	51,57	16,56	56,89	48,76	+ 1,67
—	II. B.	44,23	53,23	16,56	56,89	47,10	+ 0,01
—	III. A.	210 30' 47,31	53,37	16,60	56,89	46,92	— 0,17
—	III. B.	47,05	53,94	16,60	56,89	46,35	— 0,74
16. —	V. A.	239 47' 33,01	52,80	16,80	57,12	47,52	+ 0,43
—	V. B.	32,46	53,22	16,80	57,12	47,10	+ 0,01
18. —	IV. A.	225 18' 50,68	51,20	16,50	57,26	49,56	+ 2,47
—	IV. B.	49,15	52,66	16,50	57,26	48,10	+ 1,01
—	VI. A.	255 54' 09,94	53,92	16,57	57,26	46,77	— 0,32
—	VI. B.	41,00	53,91	16,57	57,26	46,78	— 0,31
Mittel						58 22' 47,09	
Biegung						— 0,12	
Für + 15°,6 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 47,13; Gew. 12	

4.  $\beta$  Ursae minoris um den unteren Durchgang.

15. Julius	III. A.	210 30' 46,71	46 44' 14,29	60,18	74 51' 57,08	58 22' 48,45	— 0,20
—	III. B.	46,09	13,57	60,18	57,08	49,17	+ 0,52
—	IV. A.	225 21' 32,83	14,85	59,75	57,08	48,32	— 0,33
—	IV. B.	32,59	13,23	59,75	57,08	49,94	+ 1,29
22. —	I. A.	180 21' 59,89	14,29	60,33	57,48	47,90	— 0,75
—	I. B.	60,28	12,67	60,33	57,48	49,52	+ 0,87
28. —	VI. A.	165 10' 54,17	12,57	60,77	57,62	49,04	+ 0,39
—	VI. B.	52,47	13,75	60,77	57,62	47,86	— 0,79
—	V. A.	149 19' 61,61	13,61	60,62	57,62	48,15	— 0,50
—	V. B.	59,81	13,50	60,62	57,62	48,26	— 0,39
31. —	II. A.	195 03' 1,36	12,69	61,12	57,61	48,58	— 0,07
—	II. B.	30,88	12,60	61,12	57,61	48,63	— 0,02
Mittel						58 22' 48,65	
Biegung						— 0,30	
Für + 10°,6 R. Verbess. der Refr.						+ 0,05	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 48,56; Gew. 12	

## DORPATS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

## 5. 6. Gemma und Polarstern um 15 U. 27' Sternzeit.

Diese Beobachtungen sind zu zwei verschiedenen Epochen gemacht, erstlich 1825, dann 1827, woraus der Vortheil erwächst, dafs ihr Mittel als mit den Beobachtungen in Jacobstadt und Hochland 1826 angestellt nahezu gleichzeitig zu erachten ist in Bezug auf die Örter der Sterne.

## Gemma 1825.

1825.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refract.	Declination.	Polhöhe des Meridiankreises.	Differenz vom Mittel.
13. Julius	I. A.	0 31 10,37	31 3 36,92	34,16	27 18 33,01	58 22 44,09	- 1,24
16. —	I. B.	90 0 16,97	38,72	34,33	33,41	46,46	+ 1,13
18. —	I. A.	15,40	38,00	33,96	33,66	45,62	+ 0,29
19. —	III. A.	120 15 8,47	38,17	33,28	33,78	45,23	- 0,10
22. —	III. B.	7,82	38,07	33,93	34,10	46,10	+ 0,77
25. —	IV. B.	135 9 59,62	37,12	34,21	34,42	45,75	+ 0,42
3. Aug.	IV. A.	60,32	36,47	33,80	35,18	45,45	+ 0,12
4. —	V. A.	150 15 7,27	36,62	33,49	35,24	45,35	+ 0,02
6. —	V. B.	8,45	37,35	33,06	35,36	45,77	+ 0,44
9. —	VI. A.	164 31 34,55	34,55	33,41	35,52	43,48	- 1,85
Mittel						58 22 45,33	
Biegung						+ 0,21	
Für + 15°,3 R. Verbess. der Refr.						- 0,01	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22 45,69; Gew. 10	

## Polarstern 1825 (auf den unteren Durchgang reducirt).

13. Julius	I. A.	0 31 9,35	33 14 7,75	36,58	88 22 27,93	58 22 47,74	- 0,59
16. —	I. B.	90 0 15,20	7,10	36,78	28,38	47,72	- 0,61
18. —	I. A.	15,62	7,82	36,43	28,65	47,10	- 1,23
19. —	III. B.	120 15 8,30	6,90	35,71	28,77	48,62	+ 0,29
22. —	III. B.	7,82	5,42	36,41	29,12	49,05	+ 0,72
25. —	IV. B.	135 9 60,07	4,32	36,71	29,60	49,37	+ 1,04
3. Aug.	IV. A.	59,50	2,95	36,27	31,42	49,36	+ 1,03
4. —	V. A.	150 15 6,25	3,90	35,95	31,61	48,54	+ 0,21
6. —	V. B.	8,87	4,92	35,48	32,00	47,59	- 0,74
9. —	VI. A.	164 31 34,22	3,22	35,82	32,75	48,21	- 0,12
Mittel						58 22 48,33	
Biegung						- 0,23	
Für + 15°,3 R. Verbess. der Refr.						+ 0,01	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22 48,27; Gew. 10	

Gemma 1827.

1827.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdis-tanz.	Refrac-tion.	Declination.	Polhöhe des Meri-diankreises.	Differenz vom Mittel.
7. Julius	I. A.	179 59 29,25	31 3 59,35	34,27	27 18 12,61	58 22 46,23	— 0,32
16. —	V. B.	239 47 31,51	57,64	34,36	13,88	45,82	— 0,73
17. —	IV. A.	225 18 50,79	58,09	33,99	14,01	46,09	— 0,46
18. —	VI. B.	255 5 42,07	59,69	33,70	14,13	47,52	+ 0,97
19. —	II. A.	195 16 34,87	59,02	33,58	14,26	46,86	+ 0,31
—	II. B.	36,29	59,25	33,79	14,26	47,30	+ 0,75
20. —	III. A.	209 58 26,52	57,51	33,82	14,37	45,70	— 0,85
—	III. B.	23,81	59,65	33,98	14,37	47,92	+ 1,37
23. —	I. B.	180 21 58,41	59,50	33,98	14,70	48,18	+ 1,63
24. —	IV. B.	225 5 19,07	55,71	33,98	14,81	44,50	— 2,05
25. —	VI. A.	165 10 22,63	57,73	33,71	14,91	46,35	— 0,20
28. —	V. A.	149 38 43,74	57,14	33,80	15,19	46,13	— 0,42
Mittel						58 22 46,55	
Biegung						+ 0,21	
Für + 13°,7 R. Verbess. der Refr.						— 0,02	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22 46,90; Gew. 12	

Polarstern 1827 (auf den untern Durchgang reducirt).

7. Julius	I. A.	179 59 29,72	33 13 34,13	36,78	88 23 2,75	58 22 46,34	— 0,62
16. —	V. B.	239 47 33,54	32,41	36,82	3,63	47,14	+ 0,18
17. —	IV. A.	225 18 50,28	32,07	36,45	3,72	47,76	+ 0,80
18. —	VI. B.	255 5 42,51	34,80	36,16	3,85	45,19	— 1,77
19. —	II. A.	195 16 34,25	33,16	36,08	3,98	46,78	— 0,18
19. —	II. B.	33,53	33,09	36,09	3,98	46,84	— 0,12
20. —	III. A.	209 58 26,41	32,21	36,29	4,15	47,35	+ 0,39
20. —	III. B.	26,03	32,02	36,26	4,15	47,57	+ 0,61
23. —	I. B.	180 21 60,41	31,79	36,50	4,69	47,02	+ 0,06
24. —	IV. B.	225 5 18,71	31,41	35,67	4,87	48,05	+ 1,09
25. —	VI. A.	165 10 20,90	33,03	36,22	5,03	45,72	— 1,24
28. —	V. A.	149 38 44,06	30,52	36,29	5,49	47,70	+ 0,74
Mittel						58 22 46,96	
Riegung						— 0,25	
Für + 13°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22 46,91; Gew. 12	

## DORPATS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

Verbindet man die gleichzeitigen Bestimmungen von Gemma und Polarstern, so erhält man folgende mittleren Polhöhen aus Polarstern und Gemma:

1825.	Diff. v. Mittel.	1827.	Diff. v. Mittel.
58° 22' 45",91	— 0",92	58° 22' 46",29	— 0",46
47,09	+ 0,26	46,48	— 0,27
46,36	— 0,47	46,92	+ 0,17
46,93	+ 0,10	46,36	— 0,39
47,57	+ 0,74	46,82	+ 0,07
47,56	+ 0,73	47,07	+ 0,32
47,41	+ 0,58	46,52	— 0,23
46,94	+ 0,11	47,75	+ 1,00
46,68	— 0,15	47,60	+ 0,85
45,85	— 0,98	46,27	— 0,48
		46,04	— 0,71
		46,91	+ 0,16
Mittel	58° 22' 46,83	58° 22' 46,75	
Verbesserung	+ 0,15	+ 0,15	
Thurmmitte	58° 22' 46,98; Gewicht 20.	58° 22' 46,90; Gewicht 24.	

Diese beiden Reihen gewähren eine überraschende Übereinstimmung sowohl in den einzelnen Bestimmungen als in den Endresultaten. Wenn man dagegen die gedoppelten Bestimmungen der einzelnen Sterne vergleicht, so ergibt sich, daß die Polhöhe aus Gemma im Jahre 1827 um 1",21 größer, aus Polaris um 1",36 kleiner als im Jahre 1825 ausfällt. Nur ein Theil einer solchen Differenz läßt sich aus der noch übrigbleibenden Unsicherheit in der Veränderung der Sternörter ableiten, und man würde versucht sein, eine Veränderlichkeit des Biegungscoefficienten anzunehmen, wenn nicht die directen Versuche, deren Resultate Seite 209 mitgetheilt sind, entschieden für die Constanz desselben sprächen. Man sieht daher, daß noch anderweitige sich innerhalb 1" etwa erstreckende Störungen der Zenithdistanzen vorkommen, daß diese aber bei der gleichzeitigen Verbindung von Polaris und Gemma verschwinden. Vereinigen wir die beiden Jahre für jeden Stern so ergibt sich für 1826:

aus Gemma die Polhöhe der Thurmmitte = 58° 22' 46",30 Gewicht 22,  
 aus Polaris um 15 Uhr 27' die Polhöhe der Thurmmitte = 58° 22' 47,59 — 22.

## Beobachtungen am Mitauer Verticalkreise.

## 7. Polarstern um den oberen Durchgang.

1827.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdis-tanz.	Refrac-tion.	Declination.	Polhöhe des Meridian-kreises.	Differenz vom Mittel.
26. Junius	I.	89 57 18,03	29 59 41,32	32,72	88 23 2,45	58 22 48,41	+ 1,42
— — —	VII.	96 10 11,37	42,81	32,68	2,46	46,97	— 0,02
— — —	II.	104 33 53,90	41,04	32,63	2,47	48,80	+ 1,81
— — —	VIII.	112 38 33,38	42,85	32,56	2,49	47,08	+ 0,09
30. — — —	X.	321 10 8,12	43,31	32,05	2,49	47,13	+ 0,14
— — —	IV.	315 2 49,26	44,48	31,95	2,51	46,08	— 0,91
— — —	IX.	307 31 22,31	43,78	31,89	2,52	46,85	— 0,14
— — —	III.	300 7 58,70	43,95	31,85	2,53	46,73	— 0,26
1. Julius	XII.	262 24 58,63	43,39	32,86	2,49	46,24	— 0,75
— — —	VI.	255 6 34,41	43,31	32,75	2,51	46,45	— 0,54
— — —	XI.	246 23 36,60	43,62	32,68	2,52	46,22	— 0,77
— — —	V.	239 59 8,49	43,04	32,63	2,53	46,86	— 0,13
Mittel						58 22 46,99	
Biegung						— 0,05	
Für + 13°,9 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf die Thurmmittel						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmittel						58 22 47,12; Gew. 12.	

## 8. Polarstern um den unteren Durchgang.

27. Junius	VIII.	112 38 37,15	33 13 36,27	36,22	88 23 2,47	58 22 45,04	— 1,31
— — —	I.	90 8 34,81	33,31	36,30	2,44	47,95	+ 1,60
28. — — —	VII.	97 37 10,59	34,86	36,14	2,49	46,51	+ 0,16
— — —	II.	105 42 13,17	34,02	36,16	2,48	47,34	+ 0,99
— — —	III.	119 58 46,28	34,25	36,20	2,47	47,08	+ 0,73
— — —	IX.	127 31 55,13	35,70	36,22	2,45	45,63	— 0,72
30. — — —	VI.	75 11 50,25	36,83	35,61	2,49	45,07	— 1,28
— — —	XI.	67 32 1,18	35,35	35,72	2,49	46,44	+ 0,09
4. Julius	XII.	172 50 10,71	34,73	36,20	2,58	46,49	+ 0,14
— — —	V.	150 14 8,86	34,42	36,26	2,58	46,74	+ 0,39
6. — — —	X.	52 7 45,62	34,34	36,98	2,73	45,95	— 0,40
— — —	IV.	45 25 44,61	34,27	37,06	2,72	45,95	— 0,40
Mittel						58 22 46,35	
Biegung						— 0,05	
Für + 16°,7 Verb. der Refr.						0,00	
Reduction auf die Thurmmittel						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmittel						58 22 46,46; Gew. 12.	

## DORPATS POLHÖHE AM MITAUER KREISE.

9.  $\beta$  Ursae minoris um den oberen Durchgang.

1827	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refrac-tion.	Declination.	Polhöhe des Meridiankreises.	Differenz vom Mittel.
28. Junius	III.	119 50' 44",73	16 28' 51",87	16",59	74 51' 55",02	58 22' 46",56	— 0,97
—	IX.	127 33' 25",76	51,28	16,77	55,02	46,97	— 0,56
30. —	VIII.	22 21' 41",92	50,59	16,32	55,34	48,43	+ 0,90
4. Julius	X.	143 2' 23",03	51,69	16,52	55,91	47,70	+ 0,17
—	IV.	134 54' 41",43	52,12	16,62	55,91	47,17	— 0,36
5. —	XII.	82 40' 3",80	51,64	16,97	56,03	47,42	— 0,11
—	VI.	74 59' 58",52	51,56	16,87	56,03	47,60	+ 0,07
—	XI.	67 47' 11",24	51,23	16,85	56,03	47,95	+ 0,42
—	V.	60 2' 40",85	52,16	16,96	56,03	46,91	— 0,62
6. —	II.	105 26' 34",98	50,31	17,01	56,15	48,83	+ 1,30
—	I.	89 33' 21",87	50,72	16,92	56,15	48,51	+ 0,98
—	VII.	97 25' 30",82	52,78	17,10	56,15	46,27	— 1,26
Mittel						58 22' 47,53	
Biegung						— 0,03	
Für + 12°,8 R. Verbess. der Refr.						+ 0,01	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 47,67; Gew. 12.	

10.  $\beta$  Ursae minoris um den unteren Durchgang.

1. Julius	XII.	262 33' 3",40	46 44' 17",20	59,48	74 51' 55",55	58 22' 47,77	— 0,16
—	XI.	247 36' 13",28	17,85	59,49	55,55	47,11	— 0,82
—	X.	232 19' 31",24	16,43	59,35	55,55	48,67	+ 0,74
—	IX.	217 43' 38",92	15,76	59,16	55,55	49,53	+ 1,60
2. —	VIII.	202 37' 36",82	17,14	58,98	55,69	48,19	+ 0,26
—	VII.	187 28' 56",22	16,77	59,03	55,69	48,51	+ 0,58
—	VI.	164 48' 55",16	17,47	58,93	55,69	47,91	— 0,02
4. —	IV.	134 54' 36",33	17,50	59,38	55,98	47,14	— 0,79
—	III.	120 10' 29",47	16,55	59,41	55,98	48,06	+ 0,15
—	II.	105 6' 34",06	18,13	59,25	55,98	46,64	— 1,29
6. —	V.	150 3' 5",26	16,78	59,95	56,21	47,06	— 0,87
—	I.	179 51' 31",20	15,45	59,73	56,21	48,61	+ 0,68
Mittel						58 22' 47,93	
Biegung						— 0,07	
Für + 15°,0 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 48,04; Gew. 12.	

## 11. Arcturus.

1827	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Meridiankreises.	Differenz vom Mittel.
27. Junius	I.	90 8' 33,73	38 16' 53,18	43,88	20 5' 10,00	58 22' 47,06	— 0,54
28. —	IX.	127 31' 55,48	53,32	43,85	10,11	47,28	— 0,32
—	III.	119 50' 47,50	54,71	43,89	10,11	48,71	+ 1,11
29. —	II.	104 34' 30,98	53,79	44,36	10,22	48,37	+ 0,77
30. —	XI.	67 32' 1,92	54,15	43,22	10,32	47,69	+ 0,09
—	V.	60 3' 59,42	53,51	43,29	10,32	47,12	— 0,48
4. Julius	XII.	172 44' 59,32	51,94	43,92	10,72	46,58	— 1,02
—	X.	142 47' 23,07	54,56	43,97	10,72	49,25	+ 1,65
5. —	VIII.	112 25' 33,82	50,30	44,85	10,81	45,96	— 1,64
—	IX.	97 1' 41,34	53,07	44,78	10,81	48,66	+ 1,06
6. —	VI.	74 58' 2,73	52,25	44,85	10,90	48,00	+ 0,40
19. Aug.	IV.	134 53' 12,38	50,50	43,69	12,36	46,55	— 1,05
Mittel						58 22' 47,60	
Biegung						+ 0,06	
Für + 15°,2 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf die Thurmmitte						+ 0,16	
Polhöhe der Thurmmitte						58 22' 47,82; Gew. 12	

Anmerkung. Der Satz IV. für Arcturus war schon am 29. Juni beobachtet, und kommt als solcher im Tagebuche Seite 290 vor. Aber die beiden Einstellungen K. R. weichen von einander um die ungewöhnliche Quantität 6,4 ab, nachdem die Reduction auf den Meridian angebracht ist. Deswegen wurde der Satz verworfen und am 19. Aug. von neuem beobachtet.

## POLHÖHE VON JACOBSTADT.

## Beobachtungen am Dorpater Verticalkreise.

## 1. Polarstern um den oberen Durchgang.

1826	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refraction.	Polhöhe des Zelles II.	Declination.	Differenz vom Mittel.
23. Mai	I. A.	89 57' 8,88	31 52' 7,58	35,13	88 22' 47,40	56 30' 4,69	+ 0,35
—	I. B.	8,07	8,18	35,13	47,40	4,09	— 0,25
24. —	II. A.	105 2' 7,00	6,15	35,01	47,28	6,12	+ 1,78
—	II. B.	5,67	6,79	35,01	47,28	5,48	+ 1,14
25. —	III. A.	119 58' 7,21	8,53	34,75	47,15	3,87	— 0,47
—	III. B.	5,73	8,08	34,75	47,15	4,32	— 0,02
26. —	IV. A.	135 38' 38,50	9,44	34,44	47,02	3,14	— 1,20
—	IV. B.	39,04	7,32	34,44	47,02	5,26	+ 0,92
27. —	V. B.	150 24' 9,30	7,84	34,36	46,89	4,69	+ 0,35
—	V. A.	8,85	7,13	34,36	46,89	5,40	+ 1,06
28. —	VI. B.	165 56' 4,79	9,83	34,54	46,73	2,36	— 1,98
—	VI. A.	4,53	9,51	34,54	46,73	2,68	— 1,66
Mittel						56 30' 4,34	
Biegung						— 0,22	
Für 16°,7 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf den Endpunct						— 0,59	
Polhöhe des Endpuncts						56 30' 3,53; Gew. 12	

## 2. Polarstern um den unteren Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refrac-tion.	Declination.	Polhöhe des Zeltcs II.	Differenz vom Mittel.
23. Mai	I. A.	89 57 5,96	35 6 24,98	40,37	88 21 47,45	56 30 7,20	+ 0,20
— —	I. B.	6,25	25,74	40,37	47,45	6,44	— 0,56
24. —	II. A.	105 2 6,27	26,10	40,10	47,34	6,46	— 0,54
25. —	II. B.	6,27	25,49	39,82	47,22	7,47	+ 0,47
26. —	III. A.	119 58 5,92	24,82	39,79	47,08	8,31	+ 1,31
27. —	IV. B.	135 38 36,39	26,49	39,40	46,94	7,17	+ 0,17
29. —	VI. B.	165 56 4,34	27,07	39,47	46,65	6,81	— 0,19
30. —	V. A.	149 44 56,13	28,97	38,91	46,50	5,62	— 1,38
11. Junius	III. B.	210 1 31,95	28,22	39,08	45,35	7,35	+ 0,35
— —	IV. A.	225 3 21,45	28,59	39,08	45,35	6,98	— 0,02
12. —	V. B.	160 27 15,48	28,57	39,02	45,25	7,16	+ 0,16
— —	VI. A.	255 2 33,81	28,72	39,02	45,25	7,01	+ 0,01
Mittel						56 30 7,00	
Biegung						— 0,23	
Für + 14°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf den Endpunct						— 0,59	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 6,20; Gew. 12	
Anmerkung. Die am 11. und 12. Jun. mit dem Dorpater Kreise beobachteten Zenithdistanzen sind im Zelt III. genommen, und daher um 0'',20 vermindert worden um für Zelt II. zu gelten. Siehe Seite 210.							

3.  $\beta$  Ursae minoris um den oberen Durchgang.

24. Mai	II. A.	105 2 6,20	18 21 33,42	19,11	74 51 59,06	56 30 6,53	+ 0,18
25. —	II. B.	2,81	34,93	19,08	59,35	5,34	— 1,01
26. —	III. A.	119 58 6,21	33,26	19,01	59,63	7,36	+ 1,01
29. —	VI. A.	165 56 0,67	35,98	18,95	60,47	5,54	— 0,81
31. —	I. B.	179 51 38,49	35,79	19,41	61,02	5,82	— 0,53
2. Junius	IV. B.	224 43 4,59	35,20	19,09	61,55	7,26	+ 0,91
3. —	V. A.	239 22 19,18	35,88	19,31	61,82	6,63	+ 0,28
Mittel						56 30 6,35	
Biegung						— 0,13	
Für + 9°,9 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf den Endpunct						— 0,59	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 5,65; Gew. 7	



4.  $\beta$  Ursae minoris um den unteren Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zettes II.	Differenz vom Mittel.
23. Mai	I. B.	$89^{\circ} 57' 8,87''$	$48^{\circ} 36' 51,09''$	$63,54$	$74^{\circ} 51' 58,91''$	$56^{\circ} 30' 6,46''$	$+ 2,65$
— —	I. A.	$7,20$	$52,94$	$63,33$	$58,91$	$4,82$	$+ 1,01$
24. —	II. B.	$105^{\circ} 2' 6,63''$	$51,08$	$63,16$	$59,20$	$6,56$	$+ 2,75$
— —	II. A.	$6,31$	$51,74$	$63,09$	$59,20$	$5,97$	$+ 2,16$
25. —	III. A.	$119^{\circ} 58' 7,42''$	$54,07$	$62,64$	$59,49$	$3,80$	$- 0,01$
— —	III. B.	$5,52$	$56,26$	$62,51$	$59,49$	$1,74$	$- 2,07$
26. —	IV. A.	$135^{\circ} 38' 41,01''$	$55,77$	$62,08$	$59,77$	$2,38$	$- 1,43$
28. —	VI. B.	$165^{\circ} 56' 2,68''$	$54,24$	$62,39$	$60,33$	$3,04$	$- 0,77$
— —	VI. A.	$6,27$	$54,84$	$62,29$	$60,33$	$2,54$	$- 1,27$
3. Junius	V. B.	$240^{\circ} 53' 10,70''$	$51,36$	$63,95$	$61,95$	$2,74$	$- 1,07$
— —	V. A.	$11,57$	$52,35$	$63,89$	$61,95$	$1,81$	$- 2,00$
Mittel						$56^{\circ} 30' 3,81''$	
Biegung						$- 0,31$	
Für $+ 17^{\circ},5$ R. Verbess. der Refr.						$0,00$	
Reduction auf den Endpunct						$- 0,59$	
Polhöhe des Endpuncts						$56^{\circ} 30' 2,91''$	Gew. 11

## 5. 6. Gemma und Polarstern um 15 U. 27' Sternzeit.

## Gemma.

24. Mai	II. A.	$105^{\circ} 2' 7,42''$	$29^{\circ} 11' 18,89''$	$32,35$	$27^{\circ} 18' 13,52''$	$56^{\circ} 30' 4,76''$	$+ 0,53$
25. —	II. B.	$5,23$	$16,64$	$32,15$	$13,75$	$2,54$	$- 1,69$
26. —	III. A.	$119^{\circ} 58' 3,20''$	$17,75$	$32,06$	$13,98$	$3,79$	$- 0,44$
29. —	VI. B.	$165^{\circ} 56' 2,05''$	$18,92$	$31,88$	$14,66$	$5,46$	$+ 1,23$
30. —	V. B.	$149^{\circ} 44' 60,94''$	$16,77$	$31,30$	$14,89$	$2,96$	$- 1,27$
31. —	I. B.	$179^{\circ} 51' 39,62''$	$18,19$	$32,81$	$15,11$	$6,11$	$+ 1,88$
2. Junius	IV. B.	$224^{\circ} 43' 3,51''$	$16,20$	$32,25$	$15,56$	$4,01$	$- 0,22$
Mittel						$56^{\circ} 30' 4,23''$	
Biegung						$+ 0,21$	
Für $+ 9^{\circ},7$ R. Verbess. der Refr.						$- 0,03$	
Reduction auf den Endpunct						$- 0,59$	
Polhöhe des Endpuncts						$56^{\circ} 30' 3,82''$	Gew. 7

## JACOBSTADTS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

Polarstern um 15 U. 27' (auf den unteren Durchgang reducirt).

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zelttes II.	Differenz vom Mittel.
24. Mai	II. A.	105 2' 6,41	35 6' 26,16	39,92	88 22' 47,23	56 30' 6,69	+ 1,01
25. —	II. B.	3,25	27,53	39,88	47,10	5,49	— 0,19
26. —	III. A.	119 58 3,68	26,23	39,77	46,97	7,03	+ 1,35
29. —	VI. B.	165 56 1,77	28,79	39,54	46,54	5,15	— 0,53
30. —	V. B.	149 44 59,80	29,43	38,87	46,38	5,32	— 0,36
31. —	I. B.	179 51 38,97	29,50	40,55	46,22	3,73	— 1,95
2. Junius	IV. B.	224 43 3,60	27,74	40,00	45,91	6,35	+ 0,67
Mittel						56 30 5,68	
Biegung						— 0,23	
Für + 9°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,04	
Reduction auf den Endpunct						— 0,59	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 4,90; Gew. 7	

Verbindet man auch hier die gleichzeitigen Bestimmungen durch Gemma und Polaris, so erhält man folgende vortrefflich stimmenden Polhöhen von Zelt II.:

Diff. v. Mittel	
56 30 5,72	+ 0,76
4,02	— 0,94
5,41	+ 0,45
5,30	+ 0,34
4,14	— 0,82
4,92	— 0,04
5,18	+ 0,22
Mittel	56 30 4,96
Reduction	— 0,60
Polhöhe des Endpuncts	56 30 4,36; Gewicht 14.

# JACOBSTADTS POLHÖHE AM MITAUER KREISE.

287

## Beobachtungen am Mitauer Verticalkreise.

Anmerkung. Vom 8. Juni an bis zum 12ten stand der Kreis in Zelt II., um 0'',20 nördlicher als Zelt III., die nördlichen Zenithdistanzen sind daher von diesem Tage an um 0'',20 vermehrt, die südlichen um 0'',20 vermindert worden, damit alle für Zelt III. gelten.

### 7. Polarstern um den oberen Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zeltes III.	Differenz vom Mittel.
2. Junius	V.	59 45 18,89	31 52 5,33	35,63	88 22 46,00	56 30 5,04	+ 0,35
3. —	III.	120 11 38,09	4,96	35,36	45,86	5,54	+ 0,85
—	IV.	134 52 58,42	5,95	35,35	45,88	4,58	— 0,11
4. —	V.	59 44 52,87	6,77	34,81	45,77	4,19	— 0,50
—	VI.	75 24 46,54	7,46	34,73	45,77	3,58	— 1,11
6. —	I.	359 36 0,88	5,56	34,70	45,63	5,37	+ 0,68
—	VII.	7 27 6,04	5,02	34,63	45,63	5,98	+ 1,29
7. —	VIII.	282 9 44,76	5,93	34,86	45,59	4,80	+ 0,11
—	IX.	307 33 38,96	6,23	34,76	45,61	4,62	— 0,07
8. —	X.	52 40 1,09	6,33	34,58	45,53	4,62	— 0,07
—	XI.	67 21 24,17	7,47	34,50	45,55	3,58	— 1,11
—	XII.	82 44 31,98	6,72	34,49	45,57	4,36	— 0,33
Mittel						56 30 4,69	
Biegung						— 0,05	
Für + 15°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,01	
Reduction auf den Endpunct						— 0,39	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 4,26; Gew. 12	

### 8. Polarstern um den unteren Durchgang.

31. Mai	I.	89 59 37,98	35 6 27,35	40,50	88 22 46,33	56 30 5,82	+ 0,79
2. Junius	V.	104 45 29,34	28,03	40,00	46,01	5,96	+ 0,93
4. —	IV.	45 28 50,00	29,50	39,61	45,81	5,08	+ 0,05
—	V.	59 44 41,72	29,36	39,82	45,81	5,01	— 0,02
6. —	III.	300 21 15,63	29,36	39,54	45,66	5,44	+ 0,41
—	VI.	345 52 17,01	30,17	39,61	45,66	4,56	— 0,47
7. —	VII.	278 0 32,69	29,58	39,39	45,60	5,43	+ 0,40
—	VIII.	292 9 36,27	30,55	39,53	45,60	4,32	— 0,71
9. —	IX.	67 5 32,97	30,83	39,12	45,50	4,55	— 0,48
—	X.	47 42 19,48	30,31	39,19	45,48	5,02	— 0,01
10. —	XI.	68 0 7,30	31,60	39,00	45,43	3,97	— 1,06
—	XII.	83 8 20,05	30,24	39,09	45,42	5,25	+ 0,22
Mittel						56 30 5,03	
Biegung						— 0,05	
Für + 15°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf den Endpunct						— 0,39	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 4,61; Gew. 12	

9.  $\beta$  Ursae minoris um den oberen Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zelte III.	Differenz vom Mittel.
4. Junius	V.	59 44' 39,64	18 21' 37,01	19,12	74 52' 2,09	56 30' 5,96	— 0,12
6. —	III.	345 32 21,19	36,00	19,00	2,59	7,59	+ 1,51
7. —	I.	269 33 54,47	37,25	19,03	2,84	6,56	+ 0,48
8. —	IV.	45 8 38,42	37,58	18,92	3,09	6,59	+ 0,51
9. —	XL	67 38 35,61	40,19	18,76	3,34	4,39	— 1,69
—	XII.	82 30 0,76	38,43	18,80	3,34	6,11	+ 0,03
10. —	II.	104 22 57,78	38,59	18,79	3,56	6,18	+ 0,10
—	III.	119 54 6,79	39,38	18,92	3,56	5,26	— 0,82
Mittel						56 30 6,08	
Biegung						— 0,03	
Für + 12°,8 R. Verbess. der Refr.						+ 0,01	
Reduction auf den Endpunct						— 0,39	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 5,67; Gew. 8	

10.  $\beta$  Ursae minoris um den unteren Durchgang.

4. Junius	I.	270 5 33,93	48 36 48,91	62,75	74 52' 2,22	56 30' 6,12	+ 0,61
—	II.	104 57 57,08	50,52	62,54	2,22	4,72	— 0,79
6. —	III.	299 51 57,76	48,87	62,72	2,72	5,69	+ 0,18
—	IV.	314 35 24,37	48,78	62,61	2,72	5,89	+ 0,38
8. —	V.	59 32 7,32	49,68	62,53	3,22	4,57	— 0,94
—	VI.	74 35 26,16	48,52	62,22	3,22	6,04	+ 0,53
Mittel						56 30 5,51	
Biegung						— 0,07	
Für + 18°,5 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf den Endpunct						— 0,39	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 5,05; Gew. 6	

## 11. Arcturus.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zelttes III.	Differenz vom Mittel.
7. Junius	VIII.	292 9 38,76	36 23 57,78	41,97	20 5 23,98	56 30 3,73	- 1,39
—	VII.	277 57 18,09	61,69	42,20	23,98	7,87	+ 2,75
8. —	IX.	37 15 49,91	57,81	41,64	24,12	5,57	- 1,55
—	X.	52 18 13,16	60,46	41,82	24,12	6,40	+ 1,28
9. —	XI.	67 22 25,72	58,41	41,46	24,27	4,14	- 0,98
—	XII.	82 26 5,05	58,52	41,51	24,27	4,30	- 0,82
10. —	XII.	83 8 17,78	58,63	41,47	24,41	4,51	- 0,61
—	XI.	67 58 48,36	60,09	41,60	24,41	6,10	+ 0,98
11. —	I.	89 51 42,50	58,37	41,36	24,55	4,28	- 0,84
—	II.	104 35 6,26	59,17	41,52	24,55	5,24	+ 0,12
12. —	III.	120 4 46,67	59,90	41,31	24,69	5,90	+ 0,78
—	IV.	134 39 49,06	59,20	41,52	24,69	5,41	+ 0,29
Mittel						56 30 5,12	
Biegung						+ 0,05	
Für + 15°,0 R. Verbess. der Refr.						- 0,01	
Reduction auf den Endpunct						- 0,39	
Polhöhe des Endpuncts						56 30 4,77; Gew. 12	

## POLHÖHE VON HOCHLAND.

Beobachtungen am Dorpater Verticalkreise.

## 1. Polarstern um den oberen Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zelttes II.	Differenz vom Mittel.
22. Julius	I. A.	180 6 24,71	28 17 7,21	50,30	88 22 47,29	60 5 9,78	- 0,42
—	I. B.	24,47	8,36	30,30	47,30	8,64	- 1,56
26. —	III. A.	209 10 27,01	7,03	30,25	47,83	10,55	+ 0,35
—	III. B.	28,59	8,52	30,25	47,83	9,06	- 1,14
—	IV. A.	224 39 33,93	6,71	30,25	47,85	10,89	+ 0,69
—	IV. B.	35,05	6,97	30,25	47,85	10,63	+ 0,43
27. —	V. A.	329 30 56,50	6,19	30,61	48,00	11,20	+ 1,00
—	V. B.	56,96	5,77	30,61	48,01	11,63	+ 1,43
—	VI. A.	345 11 33,42	7,69	30,65	48,02	9,68	- 0,52
—	VI. B.	34,05	7,19	30,65	48,03	10,19	- 0,01
8. Aug.	II. A.	284 56 52,60	9,67	30,99	50,58	9,92	- 0,28
—	II. B.	52,10	9,41	30,99	50,59	10,19	- 0,01
Mittel						60 5 10,20	
Biegung						- 0,20	
Für + 13°,7 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,24	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 10,26; Gew. 12	

## HOCHLANDS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

## 2. Polarstern um den unteren Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zelt II.	Differenz vom Mittel.
22. Julius	I. A.	180 6 24,41	31 51 31,10	34,08	88 22 47,23	60 5 7,59	— 1,62
— —	I. B.	25,47	29,77	34,07	47,23	8,93	— 0,28
23. —	II. A.	194 39 43,35	29,13	33,82	47,38	9,67	+ 0,46
— —	II. B.	42,72	30,27	33,82	47,37	8,54	— 0,67
— —	III. A.	209 33 2,92	29,44	33,88	47,36	9,32	+ 0,11
— —	III. B.	5,24	30,04	33,88	47,35	8,73	— 0,48
27. —	V. A.	240 43 7,86	31,09	33,92	47,91	7,08	— 2,13
— —	V. B.	5,88	29,21	33,92	47,90	8,97	— 0,24
— —	VI. A.	254 34 60,02	28,77	33,92	47,89	9,42	+ 0,21
— —	VI. B.	59,33	29,52	33,92	47,88	8,68	— 0,53
1. Aug.	IV. A.	45 22 54,28	25,28	33,42	48,97	12,33	+ 3,12
— —	IV. B.	54,42	26,32	33,42	48,95	11,31	+ 2,10
Mittel						60 5 9,21	
Biegung						— 0,22	
Für + 19°,7 R. Verbess. der Refr.						— 0,01	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,24	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 9,22; Gew. 12	

3.  $\beta$  Ursae minoris um den oberen Durchgang.

27. Julius	VI. A.	254 34 57,91	14 46 45,51	14,74	74 52 9,70	60 5 9,45	— 0,70
— —	IV. B.	315 23 13,50	45,47	14,74	9,70	9,49	— 0,66
28. —	I. B.	359 57 46,16	45,14	14,78	9,71	9,79	— 0,36
— —	III. A.	29 52 53,81	44,62	14,81	9,71	10,28	+ 0,13
29. —	II.	61 10 10,86	45,26	14,68	9,72	9,78	— 0,37
1. Aug.	V. B.	105 37 50,52	43,74	14,49	9,70	11,47	+ 1,32
— —	V. A.	50,23	44,43	14,49	9,70	10,78	+ 0,63
Mittel						60 5 10,15	
Biegung						— 0,11	
Für + 18°,3 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,24	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 10,28; Gew. 7	

# HOCHLANDS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

291

## 4. $\beta$ Ursae minoris um den unteren Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridian-zenithdistanz.	Refract-ion.	Declination.	Polhöhe des Zelttes II.	Differenz vom Mittel.
22. Julius	II. A.	194 39' 40,99	45 1' 42,97	56,00	74 52' 9,58	60 5' 11,45	+ 0,66
— —	II. B.	43,55	44,42	55,85	9,58	10,15	— 0,64
26. —	IV. A.	224 39' 34,43	43,60	56,05	9,68	10,67	— 0,12
— —	II. B.	195 22' 14,68	43,33	55,97	9,68	11,02	+ 0,23
27. —	VI. A.	345 11' 36,02	41,79	56,62	9,70	11,89	+ 1,10
— —	VI. B.	36,60	44,10	56,53	9,70	9,67	— 1,12
Mittel						60 5 10,79	
Biegung						— 0,30	
Für + 15°,5 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,24	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 10,73; Gew. 6	

## 5. 6. Gemma und Polarstern um 15 U. 27' Sternzeit.

### Gemma.

22. Julius	I. A.	180 6 25,11	32 46' 9,60	36,11	27 18' 24,36	60 5' 10,07	+ 0,63
26. —	II. B.	194 47' 42,05	9,22	35,71	24,77	9,70	+ 0,26
28. —	IV. B.	45 1' 27,63	7,71	36,17	24,96	8,84	— 0,60
30. —	V. A.	60 4' 8,85	7,67	35,96	25,13	8,76	— 0,68
1. Aug.	VI. A.	165 26' 20,24	8,15	35,56	25,28	8,99	— 0,45
12. —	III. B.	209 44' 27,57	8,39	35,95	25,92	10,26	+ 0,82
Mittel						60 5 9,44	
Biegung						+ 0,22	
Für + 17°,5 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,24	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 9,90; Gew. 6	

### Polarstern um 15 U. 27' (auf den unteren Durchgang reducirt).

22. Julius	I. A.	180 6 24,25	31 31' 30,41	33,94	88 22' 47,13	60 5' 8,52	— 1,39
26. —	II. B.	194 47' 42,15	28,67	33,59	47,67	10,07	+ 0,16
28. —	IV. B.	45 1' 26,77	27,14	34,00	48,00	10,86	+ 0,95
30. —	V. A.	60 4' 8,88	27,80	33,73	48,41	10,06	+ 0,15
1. Aug.	VI. A.	165 26' 19,87	27,90	35,40	48,88	9,82	— 0,09
12. —	III. B.	209 44' 26,98	24,71	33,78	51,28	10,23	+ 0,32
Mittel						60 5 9,91	
Biegung						— 0,22	
Für + 17°,5 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,24	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 9,93; Gew. 6	

## HOCHLANDS POLHÖHE AM DORPATER KREISE.

Durch Verbindung der gleichzeitigen Bestimmungen aus Gemma und Polaris erhält man wieder folgende ausgezeichnet stimmende Reihe von Polhöhen des Zeltes H.:

	Diff. v. Mittel
60° 5' 9,30	— 0,38
9,88	+ 0,20
9,85	+ 0,17
9,41	— 0,27
9,41	— 0,27
10,24	+ 0,56
Mittel	60° 5' 9,68
Reduction	+ 0,24
Polhöhe von Zelt I.	60° 5' 9,92; Gewicht 12.

## Beobachtungen am Mitauer Verticalkreise.

## 7. Polarstern um den oberen Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhe des Zeltes III.	Differenz vom Mittel.
21. Julius	I.	91° 0' 13,63	28° 17' 8,14	30,34	88° 22' 47,20	60° 5' 8,72	— 0,58
29. —	X.	142 29 24,84	8,00	30,39	48,41	10,02	+ 0,72
—	IX.	127 24 19,04	7,92	30,36	48,42	10,14	+ 0,84
2. Aug.	XI.	157 12 23,54	10,33	30,59	49,32	8,40	— 0,90
—	XII.	172 28 57,04	9,40	30,60	49,32	9,32	+ 0,02
3. —	VII.	187 34 3,40	9,78	30,88	49,53	8,87	— 0,43
—	VIII.	202 43 27,45	8,31	30,84	49,54	10,39	+ 1,09
6. —	VI.	165 23 47,60	12,60	30,25	50,13	7,28	— 2,02
—	V.	149 50 8,44	10,66	30,25	50,14	9,23	— 0,07
8. —	IV.	134 20 31,26	10,32	31,03	50,54	9,19	— 0,11
—	III.	120 2 22,79	9,68	31,03	50,55	9,84	+ 0,54
—	II.	105 27 24,31	9,29	31,02	50,56	10,25	+ 0,95
Mittel						60° 5' 9,30	
Biegung						— 0,04	
Für + 12°,5 R. Verbess. der Refr.						+ 0,02	
Reduction auf Zelt I.						+ 0,49	
Polhöhe von Zelt I.						60° 5' 9,77; Gew. 12	



## 8. Polarstern um den unteren Durchgang.

1826.	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refrac-tion.	Declination.	Polhöhe des Zelt. III.	Differenz vom Mittel.
2. Aug.	IX.	127 32 46,06	31 31 28,69	33,62	88 22 49,17	60 5 8,52	-0,42
—	X.	142 35 29,84	26,99	33,64	49,15	10,22	+1,28
3. —	XI.	156 32 49,06	27,43	34,07	49,41	9,09	+0,15
—	XII.	172 42 39,85	26,40	34,08	49,41	10,11	+1,17
7. —	VIII.	112 25 23,02	27,88	33,99	50,21	7,92	-1,02
—	VII.	97 15 17,74	27,19	34,01	50,20	8,60	-0,34
9. —	VI.	165 1 21,66	26,02	34,39	50,62	8,97	+0,03
—	V.	149 40 27,03	26,55	34,41	50,62	8,42	-0,52
12. —	I.	89 53 42,76	26,43	33,72	51,34	8,51	-0,43
—	IV.	134 59 35,58	26,45	33,88	51,33	8,34	-0,60
—	III.	121 37 57,67	25,72	33,99	51,32	8,97	+0,03
—	II.	105 6 27,12	24,99	34,04	51,31	9,65	+0,71
Mittel						60 5 8,94	
Biegung						-0,05	
Für + 17°,8 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf Zelt I.						+0,49	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 9,38; Gew. 12	

9.  $\beta$  Ursae minoris um den oberen Durchgang.

2. Aug.	XII.	172 32 46,39	14 46 45,62	14,64	74 52 9,67	60 5 9,41	+0,16
—	XI.	157 12 21,32	46,90	14,57	9,67	8,20	-1,05
3. —	VIII.	202 21 3,61	44,10	14,75	9,66	10,81	+1,56
—	VII.	187 33 52,61	44,95	14,82	9,66	9,89	+0,64
7. —	IX.	127 30 1,36	45,56	14,72	9,52	9,24	-0,01
9. —	X.	142 35 16,47	46,62	14,87	9,42	7,93	-1,32
Mittel						60 5 9,25	
Biegung						-0,02	
Für + 16°,7 R. Verbess. der Refr.						0,00	
Reduction auf Zelt I.						+0,49	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 9,72; Gew. 6	

10.  $\beta$  Ursae minoris um den unteren Durchgang.

1826	Satz.	Ort des Zeniths.	Meridianzenithdistanz.	Refraction.	Declination.	Polhöhen des Zelt. III.	Differenz vom Mittel.
21. Julius	I.	90 59 56,58	45 1 45,62	56,00	74 52 9,55	60 5 8,83	-1,07
29. —	II.	105 9 42,56	45,09	55,94	9,72	9,25	-0,65
2. Aug.	XII.	172 28 56,77	44,47	56,69	9,66	9,18	-0,72
—	XI.	156 33 6,36	42,18	56,62	9,66	11,54	+1,64
6. —	IV.	135 2 45,82	43,10	56,06	9,53	11,31	+1,41
—	III.	119 59 2,23	45,29	55,89	9,53	9,29	-0,61
Mittel						60 5 9,90	
Biegung						-0,06	
Für + 14°,2 R. Verbess. der Refr.						+0,02	
Reduction auf Zelt I.						+0,49	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 10,35; Gew. 6	

## 11. Arcturus.

22. Julius	I.	90 59 37,33	59 58 52,99	46,69	20 5 28,59	60 5 8,27	+0,15
—	II.	105 17 30,87	53,06	46,80	28,59	8,45	+0,33
23. —	III.	120 38 4,14	51,68	46,53	28,64	6,85	-1,27
—	IV.	134 53 15,31	53,23	46,68	28,64	8,55	+0,43
26. —	V.	150 5 21,28	54,01	46,21	28,77	8,99	+0,87
—	VI.	165 8 46,93	54,19	46,28	28,77	9,24	+1,12
28. —	VII.	97 21 24,71	50,77	46,74	28,84	6,35	-1,77
—	VIII.	111 39 52,17	51,91	46,86	28,84	7,61	-0,51
29. —	IX.	127 26 49,82	51,70	46,50	28,88	7,08	-1,04
—	X.	142 29 10,45	53,40	46,60	28,88	8,88	+0,76
30. —	VI.	74 39 47,80	53,14	46,28	28,90	8,32	+0,20
—	XII.	82 34 19,52	54,22	46,36	28,90	9,48	+1,36
Mittel						60 5 8,12	
Biegung						+0,06	
Für + 18°,7 R. Verbess. der Refr.						-0,00	
Reduction auf Zelt I.						+0,49	
Polhöhe von Zelt I.						60 5 8,67; Gew. 10	

**ZUSAMMENSTELLUNG DER MIT DEN BEIDEN VERTICALKREISEN  
ERHALTENEN RESULTATE.**

Nach Seite 110 sind die mit dem Dorpater Verticalkreise beobachteten Sätze A und B durch die letzte Richtung der Mikrometerschraube, welche den Limbuskreis bewegt, verschieden; und es wird sich, wenn eine Biegung der Speichen desselben stattfindet, ein constanter Unterschied im Orte des Zeniths aus den gleichnamigen Sätzen A und B ergeben. Setzen wir diesen Unterschied =  $B - A$ , so muß er einen positiven Werth haben. Die Vergleichung der Örter des Zeniths in den gleichnamigen Sätzen gibt uns aber folgende Werthe dafür:

B — A =						
Dorpat.			Jacobstadt.		Hochland.	
+ 0,88	— 0,13	— 1,53	— 0,81	0,00	— 0,24	+ 2,32
— 0,89	— 0,45	+ 0,06	— 1,34	— 3,39	+ 1,58	— 1,98
— 0,45	— 0,23	— 0,62	— 1,48	+ 1,67	+ 1,12	— 0,69
+ 0,90	+ 0,20	— 0,44	+ 0,54	+ 0,32	+ 0,46	+ 0,14
— 1,27	— 0,74	+ 0,39	+ 0,45	— 1,90	+ 0,63	+ 0,29
— 0,05	— 1,84	— 1,70	+ 0,26	— 3,59	— 0,50	+ 2,56
— 0,52	— 0,26	— 1,80	+ 0,29	— 0,89	+ 1,06	+ 0,58
+ 2,12	— 0,55	— 0,46			— 0,63	

Das Mittel dieser  $B - A$  ist =  $-0,237$  negativ. Aber der w. F. dieser Bestimmung ist  $0,140$ , und so müssen wir das negative Vorzeichen für zufällig ansehen, und die Biegung des Limbuskreises nahezu = null setzen. Offenbar ist dies eine Folge der durch die Frictionsrollen und das Gegengewicht so sehr verminderten Reibung der Achse dieses Kreises in ihrer Büchse. Der wahrscheinliche Fehler beruht auf dem einer einzelnen Bestimmung =  $1,020$ , woraus der eines einzelnen Orts des Zeniths =  $1,020 : \sqrt{2} = 0,721$  folgt.

Durch die gleichzeitigen Beobachtungen von Polaris und Gemma am Dorpater Kreise, um 15 U. 27' Sternzeit, erhalten wir zwei unabhängige Bestimmungen des Orts des Zeniths für dieselbe Zeit. Vergleichen wir diese, so finden sich, wenn O der Ort aus Gemma und O' der aus Polaris ist, folgende Werthe für  $O' - O$ :

## POLHÖHEN AN DEN VERTICALKREISEN.

$O' - O =$				
Dorpat.			Jacob- stadt.	Hoch- land.
— 1,02	+ 0,42	— 0,11	— 1,01	— 0,86
— 1,77	— 0,33	+ 2,22	— 1,98	+ 2,10
+ 0,22	+ 0,47	+ 2,00	+ 0,46	— 0,86
— 0,17	+ 2,03	— 0,36	— 0,28	+ 0,03
0,00	— 0,51	— 1,73	— 1,14	— 0,57
+ 0,45	+ 0,44	+ 0,32	— 0,65	— 0,59
— 0,82	— 0,62		+ 0,09	
— 1,02	— 2,76			

Das Mittel aus diesen 35 Bestimmungen ist  $O' - O = -0,217$  mit dem w. F. =  $0,122$ , also auch  $O' - O$  sehr nahe  $= 0$  zu setzen. Mit diesem  $O' - O = 0$  erhält man den w. F. einer einzelnen Bestimmung von  $O' - O$  durch die Beobachtung  $= 0,725$ , und folglich den in der Bestimmung eines einzelnen Orts des Zeniths  $= 0,725 : \sqrt{2} = 0,513$ . Beiderlei Bestimmungen, aus  $B - A$  und  $O' - O$ , die bei der nicht bedeutenden Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen, hinreichend stimmen, geben den w. F. eines Orts des Zeniths im Mittel  $= 0,617$  für den Dorpater Kreis, in so ferne er bloß von der Schärfe der Einstellungen und Ablesungen und der Sicherheit der Angaben der Wasserwage abhängig ist. Derselbe w. F. gilt aber auch für eine mit diesem Instrumente aus einem Satze von vier Einstellungen bestimmte Zenithdistanz, wenn der Einfluss der Theilungsfehler  $= 0$  angenommen werden kann.

Am Dorpater Verticalkreise blieb nicht selten die Stellung der Wasserwage gegen den Limbus unverrückt während geraumer Zeit. Interessant für die Kenntniss und Beurtheilung des Instruments ist es zu sehen, welche Beständigkeit während solcher Perioden im Orte des Zeniths sich zeigte. Alle Örter des Zeniths sind oben bei den einzelnen Polhöhen aus den verschiedenen Sternen, so wie Seite 216 gegeben. Hier stelle ich die mehrfachen Bestimmungen während derselben Periode der Reihenfolge nach zusammen. Horizontalstriche trennen die verschiedenen Perioden; die Zeiten sind die der Uhr, also nahezu Sternzeiten.

Ort des Zeniths am Dorpater Kreise in den verschiedenen Perioden.

1825	Uhrzeit.	Gew.	Ort des Zeniths.	Mittel.	1826	Uhrzeit.	Gew.	Ort des Zeniths.	Mittel.
16. Julius	15 27	2	90 0 16,1	15,8	2. Junius	14 56	1	224 45 4,6	
18. —	15 27	2	15,5		—	15 27	2	3,6	4,4
19. —	15 27	2	120 15 8,4	8,1	—	17 3	2	5,0	
22. —	15 27	2	7,8		22. Julius	13 0	2	180 6 24,9	
25. —	15 27	2	135 9 59,9	59,9	—	15 27	2	24,7	24,8
3. August	15 27	2	59,9		—	1 19	2	24,6	
4. —	15 27	2	150 15 6,8	7,7	—	2 50	2	194 39 42,3	42,6
6. —	15 27	2	8,7		23. —	12 38	2	43,0	
1826					26. —	1 26	2	224 39 34,5	34,5
23. Mai	13 10	2	89 57 6,1	7,5	—	2 35	1	34,4	
—	1 8	2	8,5		27. —	13 13	2	254 34 59,7	59,1
—	3 7	2	8,0		—	14 38	1	57,9	
24. Mai	12 56	1	105 2 6,3		—	1 40	2	345 11 33,7	35,0
—	14 58	1	6,2		—	2 40	2	36,3	
—	15 27	2	6,5		1827				
—	18 21	1	7,3		7. Julius	14 56	2	179 59 29,0	
—	0 57	2	6,3	5,4	—	15 27	2	29,5	29,2
—	2 50	2	6,5		10. —	13 30	2	29,1	
25. —	12 52	1	6,3		13. —	15 7	2	210 30 47,2	
—	14 50	1	2,8		15. —	2 8	2	46,2	46,9
—	15 27	2	4,2		—	2 42	2	46,4	
—	17 14	2	2,7		—	3 18	2	225 21 32,6	32,8
—	1 0	2	119 58 6,5		16. —	13 57	2	33,0	
—	2 52	2	6,5		—	15 27	2	239 47 32,5	34,1
26. —	13 5	1	5,9	5,2	17. —	14 19	2	35,7	
—	14 52	1	6,2		—	15 27	2	225 18 50,5	50,2
—	15 27	2	3,4		18. —	14 42	2	49,9	
—	16 49	2	3,4		—	15 5	2	255 5 41,0	41,6
—	0 58	2	135 38 38,8		—	15 27	2	42,3	
—	2 40	1	41,0	38,9	19. —	13 32	2	195 16 34,6	34,7
27. —	13 15	1	38,8		—	15 22	2	34,6	
—	15 10	1	37,3		—	15 41	2	34,9	
28. —	0 57	2	165 56 4,7		20. —	15 15	2	209 58 26,5	25,7
—	2 57	2	4,5		—	15 40	2	24,9	
29. —	13 6	1	4,3	3,5	22. —	3 8	2	180 21 60,1	59,7
—	14 56	1	0,7		23. —	15 27	2	59,4	
—	15 27	2	1,9		24. —	15 27	2	225 5 18,9	17,2
—	18 52	2	3,8		—	1 29	2	15,5	
30. —	12 51	1	149 44 56,1	59,2	28. —	15 27	2	149 38 43,9	44,0
—	15 27	2	60,4		—	1 42	2	44,2	
—	16 19	2	59,5		—	2 5	2	165 10 53,0	53,1
31. —	14 56	1	179 51 38,5	39,0	—	2 35	2	53,3	
—	15 27	2	39,3						

Das Gewicht jeder Bestimmung ist  $= 1$  gesetzt, wenn sie auf einem einfachen Satze von vier Einstellungen, also A oder B beruht, aber  $= 2$ , wenn der Ort auf einem gedoppelten Satze von 8 Einstellungen, A und B, begründet war. Die Summe der mit den Gewichten multiplicirten Quadrate der Abweichungen von den Mitteln ist 166,27. Da nun die Summe der Gewichte 149, die der Mittel 29 ist: so folgt hieraus das mittlere Quadrat des Fehlers eines Satzes  $= 166,27 : 120 = 1,3856$ , und folglich der w. F. eines Satzes  $= 0,795$ . Dieser Fehler schließt die Wirkung erstlich der Theilungsfehler für die Male, wo nicht wie 1825 immer dieselbe Zenithdistanz gewesen, so wie eine Veränderlichkeit der Lage der Wasserwage gegen den Limbus ein. Es ergibt sich hieraus, daß diese letzte sehr klein gewesen sein muß, da der Fehler nur wenig größer ist als der, Seite 296,  $= 0,617$  gefundene, bei dem diese letzten Wirkungen nicht in Betracht kommen. Übrigens scheint aus einigen der Örter mit ziemlicher Sicherheit zu folgen, daß mit einer Abnahme der Temperatur der Ort des Zeniths sich um ein kleines verminderte.

Für den Mitauer Kreis läßt die Natur der von mir angestellten Beobachtungen keine Untersuchung wie die bisherige zu, weil keine Doppelsätze gemacht sind, auch keine gleichzeitigen Beobachtungen, wie von Gemma und Polaris am Dorpater Kreise, endlich weil auch die Lage der Wasserwage gegen den Limbus immer nach Bedürfniss verändert ward, und nur sehr selten sich zwei gleichnamige Sätze nach einander finden, wobei es nicht ein Mal sicher ist, ob nicht die Schraube an der Wasserwage bei der ersten Einstellung verändert wurde.

Die wichtigste Bestimmung der Fehler der einzelnen Polhöhen ergibt sich aber für beide Kreise aus der Vergleichung der Mittel der Reihen mit den einzelnen Werthen der Polhöhe. Setzen wir das Quadrat des mittleren Fehlers  $m$  einer Polhöhenbestimmung  $= mm$ , den wahrscheinlichen Fehler derselben  $= w$ : so erhält man folgende Werthe, indem man die Quadrate der Abweichungen vom Mittel für jede Reihe summirt:

## Dorpater Verticalkreis.

	Dorpat.	Jacobstadt.	Hochland.	Summe.	m	w
Pol. ob. Durchg.	11 mm = 4,7945	11 mm = 15,0828	11 mm = 8,0870	33 mm = 27,9643	0,920	0,621
— unt. —	11 mm = 8,0485	11 mm = 4,7002	11 mm = 22,6697	33 mm = 35,4184	1,035	0,698
$\beta$ Ursae ob.	11 mm = 21,6206	6 mm = 3,9161	6 mm = 3,3483	23 mm = 28,8850	1,120	0,758
— unt.	11 mm = 4,3864	10 mm = 33,9519	5 mm = 3,3769	26 mm = 41,7152	1,266	0,854
Gemma	20 mm = 19,4304	6 mm = 10,0392	5 mm = 2,1618	31 mm = 31,6314	1,010	0,671
Polaris 15 U. 27'	20 mm = 13,6218	6 mm = 7,4980	5 mm = 3,0033	31 mm = 24,1231	0,882	0,595
Summe	84 mm = 71,9022	50 mm = 75,1882	43 mm = 42,6470	177 mm = 189,7374		
m =	0,925	1,226	0,996	1,036		
w =	0,624	0,828	0,671	0,698		

## Mitauer Verticalkreis.

	Dorpat.	Jacobstadt.	Hochland.	Summe.	m	w
Pol. ob. Durchg.	11 mm = 7,6998	11 mm = 5,8606	11 mm = 9,0353	33 mm = 22,5957	0,868	0,586
— unt. —	11 mm = 8,4713	11 mm = 3,9475	11 mm = 5,6834	33 mm = 18,1022	0,777	0,525
$\beta$ Urs. ob. —	11 mm = 8,1388	7 mm = 6,3244	5 mm = 5,7138	23 mm = 20,1770	0,937	0,632
— unt. —	11 mm = 7,7342	5 mm = 2,3375	5 mm = 7,1356	21 mm = 17,2073	0,905	0,611
Arcturus	11 mm = 11,2961	11 mm = 17,9133	11 mm = 10,8823	33 mm = 40,0917	1,102	0,744
Summe	55 mm = 43,3402	45 mm = 36,3833	43 mm = 38,4504	143 mm = 118,1739		
m =	0,888	0,899	0,946	0,909		
w =	0,600	0,607	0,638	0,613		

Man sieht gleich, daß die Beobachtungen des Polarsterns wegen seiner langsamen Bewegung etwas genauer sind als die der andern Sterne, daß ferner dem Mitauer Kreise der Vorzug vor dem Dorpater gebührt. Ich trenne daher die Polarsternbeobachtungen, und nehme die der andern Sterne zusammen. So erhalte ich folgendes:

	Dorpater Kreis.		Mitauer Kreis.	
	Polarstern.	Übrige Sterne.	Polarstern.	Übrige Sterne.
mm =	97 mm = 87,5058	80 mm = 102,2316	66 mm = 40,6979	77 mm = 77,4760
m =	0,9021	1,2779	0,6166	1,0062
w =	0,950	1,131	0,786	1,003
w =	0,641	0,763	0,531	0,677
1: mm = $\gamma$	1,1085	0,7825	1,6217	0,9938

$\gamma$  ist hier der Factor, womit die Zahl der Beobachtungen in den respectiven Reihen = G zu multipliciren ist, um gleichartige Gewichte  $G' = \gamma G$  zu geben, für welche die Einheit eine Beobachtung ist, deren mittlerer Fehler = 1" ist, oder der wahrscheinliche = 0,6745.

In nachfolgender Tafel stelle ich jetzt die verschiedenen erhaltenen Polhöhen, deren gleichartige Gewichte =  $G'$  nebst den ihnen entsprechenden mittleren Fehler = m zusammen, so wie die veränderten Gewichte  $G''$ , deren Bedeutung nachher gezeigt wird.

## POLHÖHEN AN DEN VERTICALKREISEN.

## Polhöhen aus den beiden Verticalkreisen.

Jacobstadt.						
Instrument.	Stern.		Polhöhe.	G'	m	G''
Dorpat. Kreis.	Polarstern	oberer Durchgang	56° 30' 3,53	13,30	0,274	1,782
	—	unterer —	6,20	13,30	0,274	1,782
	β Ursae	oberer —	5,65	5,48	0,427	1,496
	—	unterer —	2,91	8,61	0,341	1,661
	Gemma	—	3,82	5,48	0,427	1,496
	Polarstern	um 15 Uhr 27'	4,90	7,76	0,359	1,626
Mitauer Kreis.	Polarstern	oberer Durchgang	4,26	19,46	0,227	1,861
	—	unterer —	4,61	19,46	0,227	1,861
	β Ursae	oberer —	5,67	7,95	0,355	1,635
	—	unterer —	5,05	5,96	0,410	1,530
	Arcturus	—	4,77	11,93	0,290	1,755
Dorpat.						
Dorpat. Kreis.	Polarstern	oberer Durchgang	58° 22' 47,03	13,30	0,274	1,782
	—	unterer —	47,01	13,30	0,274	1,782
	β Ursae	oberer —	47,13	9,39	0,326	1,688
	—	unterer —	48,56	9,39	0,326	1,688
	Gemma	—	46,30	17,22	0,241	1,838
	Polarstern	um 15 Uhr 27'	47,59	24,39	0,202	1,897
Mitauer Kreis.	Polarstern	oberer Durchgang	47,12	19,46	0,227	1,861
	—	unterer —	46,46	19,46	0,227	1,861
	β Ursae	oberer —	47,67	11,93	0,290	1,755
	—	unterer —	48,04	11,93	0,290	1,755
	Arcturus	—	47,82	11,93	0,290	1,755
Hochland.						
Dorpat. Kreis.	Polarstern	oberer Durchgang	60° 5' 10,26	13,30	0,274	1,782
	—	unterer —	9,22	13,30	0,274	1,782
	β Ursae	oberer —	10,28	5,48	0,427	1,496
	—	unterer —	10,73	4,70	0,461	1,431
	Gemma	—	9,90	4,70	0,461	1,430
	Polarstern	um 15 Uhr 27'	9,93	6,65	0,388	1,571
Mitauer Kreis.	Polarstern	oberer Durchgang	9,77	19,46	0,227	1,861
	—	unterer —	9,38	19,46	0,227	1,861
	β Ursae	oberer —	9,72	5,96	0,410	1,530
	—	unterer —	10,35	5,96	0,410	1,530
	Arcturus	—	8,67	11,93	0,290	1,755

Es ist klar dafs die einzelnen Polhöhen nicht so gut stimmen, als die entwickelten mittleren Fehler m es zu fordern scheinen. Die Ursache hiervon ist eine gedoppelte. Erstlich sind die Declinationen der Sterne noch kleinen Unsicherheiten unterworfen, zweitens aber ist jede Zenithdistanz, auch wenn sie auf häufig wiederholten Beob-



achtungen beruht, wenn bei diesen dieselben äußeren Umstände obwalten, gewissen constanten Fehlern unterworfen, deren Natur wir nicht genau anzugeben im Stande sind. Örtlichkeiten, durch diese erzeugte partielle Erwärmungen und der nie ganz zu vermeidende Einfluß des Beobachters aufs Instrument mögen hier wirken. Setzen wir den mittleren Einfluß dieser gedoppelten Ursache auf jede Polhöhe aus einer Reihe  $= \mu$ : so erhalten wir neue, sich auf dieselbe Einheit beziehende Gewichte  $G''$  für dieselben. Da nemlich der wahre mittlere Fehler  $m'$  durch  $m'm' = mm + \mu\mu$  bestimmt wird: so folgt  $G'' = \frac{1}{m'm'} = \frac{1}{mm + \mu\mu} = \frac{G'}{1 + G'\mu\mu}$ , weil  $\frac{1}{G'} = mm$ . Zur Kenntniß von  $\mu$  kann man nun bequem auf eine indirecte Weise gelangen. Nehme ich aus den 11 Bestimmungen jeder Polhöhe das Mittel ohne auf die Gewichte Rücksicht zu haben: so erhält man

für Jacobstadt.	Dorpat.	Hochland.
56° 30' 4'',67	58° 22' 47'',34	60° 5' 9'',84.

Wären diese Mittel die wahrscheinlichsten Werthe dieser Größen mit Rücksicht der neu zu entwickelnden Gewichte  $G''$ : so würde sich durch sie  $\mu$  sehr einfach ergeben. Setzt man  $\Sigma Q$  die Summe der Quadrate der Abweichungen von diesen respectiven Mitteln: so hat man

$$33 m'm' = \frac{1}{10} \Sigma Q; \text{ oder } 33 \mu\mu = \frac{1}{10} \Sigma Q - \Sigma mm = \frac{1}{10} \Sigma Q - \Sigma \frac{1}{G'}.$$

Ich finde  $\frac{1}{10} \Sigma Q = 19,5267$ ,  $\Sigma \frac{1}{G'} = 3,4885$ ; folglich  $33 \mu\mu = 16,0382$ ;  $\mu\mu = 0,4860$  und  $\mu = 0'',697$ , als mittleren constanten Fehler jeder Polhöhe aus einer Reihe, dem der w. F.  $= 0'',471$  entspricht. Berechnet man nun für jede Reihe ihr  $G'' = \frac{G'}{1 + G'\mu\mu}$ , so erhält man die in der obigen Tafel gegebenen Werthe; und wenn man nun das Mittel mit Rücksicht auf diese Gewichte nimmt: so finden sich die Polhöhen:

	für Jacobstadt.	Dorpat.	Hochland.
Polhöhe	56° 30' 4'',672	58° 22' 47'',327	60° 5' 9'',816
Gewicht	18,60	19,68	18,03
Mittlerer Fehler	0,233	0,225	0,236
Wahrscheinlicher Fehler	0,157	0,153	0,159.

Diese neu gefundenen Werthe der Polhöhen sind so genau mit den ersten Mitteln übereinstimmend, daß es keiner weitem Rechnung bedarf. Wären sie bedeutend anders ausgefallen, so hätte man  $\Sigma Q$  von neuem entwickeln und  $\mu$  von neuem bestimmen müssen, bis zwei auf einander folgende Werthe der 3 Polhöhen identisch würden.

## POLHÖHEN AN DEN VERTICALKREISEN.

Wenn wir die Resultate der einzelnen Kreise trennen, so erhalten wir:

	Jacobstadt.			Dorpat.			Hochland.		
Dorpater Kreis.									
Polhöhe	56	30	4,518	58	22	47,259	60	5	10,041
Gewicht G"			9,85			10,68			9,49
Mittl. Fehler			0,319			0,306			0,325
Wahrsch. Fehler			0,215			0,207			0,219
Mitauer Kreis.									
Polhöhe	56	30	4,845	58	22	47,408	60	5	9,554
Gewicht G"			8,65			9,00			8,54
Mittl. Fehler			0,340			0,333			0,342
Wahrsch. Fehler			0,229			0,225			0,231
Jacobstadt bis Hochland.			Jacobstadt bis Dorpat.			Dorpat bis Hochland.			
Dorpater Kreis.									
Amplitudo A	3	35	5,523	1	52	42,741	1	42	22,782
Gewicht G"			4,83			5,12			5,01
Mittl. Fehler			0,455			0,442			0,447
Wahrsch. Fehler			0,307			0,298			0,302
Mitauer Kreis.									
Amplitudo A	3	35	4,709	1	52	42,563	1	42	22,146
Gewicht G"			4,30			4,41			4,38
Mittl. Fehler			0,482			0,476			0,478
Wahrsch. Fehler			0,325			0,321			0,323
Beide Kreise.									
Amplitudo A	3	35	5,144	1	52	42,655	1	42	22,489
Gewicht G"			9,12			9,53			9,40
Mittl. Fehler			0,331			0,324			0,326
Wahrsch. Fehler			0,223			0,218			0,220

Die hier für die Endresultate gefundenen wahrscheinlichen Fehler sind auf jeden Fall zu groß. Schon bei den Polhöhen eliminirt sich der Einfluss der Unsicherheit der mittleren Declinationen von  $\alpha$  und  $\beta$  Ursae minoris gänzlich. Für alle Sterne aber verschwindet er fast ganz in den Amplituden bei der nahen Gleichheit der Gewichte G", so dass wir die so gefundenen Amplituden als völlig unabhängig von den mittleren Declinationen annehmen können. Um beides zu zeigen, verändere ich die zum Grunde gelegten Königsberger Declinationen in Dorpater, nach Vol. VI, Seite LXVIII der Obs. Dorpat. Es ist da  $S - A = \Delta\delta$ , die zu den Königsberger Declinationen hinzuzufügende Gröfse um Dorpater zu geben, für Polaris = + 0,18, für  $\beta$  Ursae min. = - 0,59, für Gemma = + 0,78 und für Arcturus =

+ 0,009. Hiermit findet man für Jacobs.  $\Delta\phi = + 0,0063$ , für Dorpat  $\Delta\phi = + 0,0070$ , für Hochl.  $\Delta\phi = + 0,0061$ ; wodurch sich also mit den Dorpater Declinationen ergeben:

die drei Polhöhen

56° 30' 4,735

58 22 47,397

60 5 9,877

die drei Amplituden

3° 35' 5,142

1 52 42,662

1 42 22,480.

Die wahrscheinlichsten Werthe der Amplituden lassen sich noch auf eine andere Weise ausrechnen, wobei die mittleren Declinationen ganz eliminirt werden, indem man unmittelbar die Polhöhen jeder Art von einander abzieht. So ergibt sich:

		Jacobstadt bis Hochland.			Jacobstadt bis Dorpat.			Dorpat bis Hochland.		
		Amplitudo.	G'	G''	Amplitudo.	G'	G''	Amplitudo.	G'	G''
Dorpater Kreis.	Polar. ob. Durchg.	3° 35' 6,73	6,65	0,53	1° 52' 43,50	6,65	0,53	1° 42' 23,23	6,65	0,53
	— unt. —	3,02	6,65	0,53	40,81	6,65	0,53	22,21	6,65	0,53
	$\beta$ Ursae ob. —	4,63	2,74	0,48	41,48	3,43	0,49	23,15	3,43	0,49
	— unt. —	7,82	3,04	0,48	45,65	4,41	0,51	22,17	3,13	0,48
	Gemma	6,08	2,53	0,47	42,48	4,17	0,50	23,60	3,69	0,50
Mitauer Kreis.	Polar. 15 Uhr 27'	5,03	3,58	0,50	42,69	5,89	0,52	22,34	5,29	0,52
	Polar. ob. Durchg.	5,51	9,73	2,43	42,86	9,73	2,43	22,65	9,73	2,43
	— unt. —	4,77	9,73	2,43	41,85	9,73	2,43	22,92	9,73	2,43
	$\beta$ Ursae ob. —	4,05	3,41	1,66	42,00	4,77	1,93	22,05	3,97	1,78
	— unt. —	5,30	2,98	1,55	42,99	3,97	1,78	22,31	3,97	1,78
	Arcturus	3,90	5,96	2,10	43,05	5,96	2,10	20,85	5,96	2,10

Vergleicht man diese einzelnen Amplituden mit den oben schon gefundenen Endwerthen, um sich unnöthige Näherungsrechnung zu ersparen; so läßt sich einer Amplitudo mittlerer Fehler =  $\nu$  ebenso berechnen wie oben  $\mu$  für die Polhöhen. Offenbar stimmen die Resultate des Mitauer Kreises besser als die des Dorpater, und ich entwickle daher die respectiven  $\nu$  getrennt.

Für den Dorpater Kreis ergibt sich  $\frac{1}{10} \Sigma Q = 35,5398$ ;  $\Sigma \frac{1}{G'} = 4,2670$ ; folglich  $18 \nu = 31,273$ ;  $\nu = 1,7374$ ,  $\nu = 1'',317$  als mittlerer constanter Fehler einer Amplitudo, der ein wahrscheinlicher Fehler von 0'',889 zugehört.

Für den Mitauer Kreis finde ich  $\frac{1}{10} \Sigma Q = 7,5110$ ,  $\Sigma \frac{1}{G'} = 2,8880$ ; folglich  $15 \nu = 4,6230$ ;  $\nu = 0,3082$ ;  $\nu = 0'',555$  als mittlerer constanter Fehler einer Amplitudo, dem der wahrscheinliche Fehler 0'',375 zugehört.

Mit diesen respectiven  $\nu$  sind nun die obigen  $G'' = \frac{G'}{1 + G' \nu}$  berechnet worden, welche als endliche Gewichte der einzelnen Amplituden anzusehen sind, und sich wieder auf die Einheit beziehen, für welche der mittlere Fehler 1'' ist.

Mit Berücksichtigung dieser Gewichte ergeben sich nun folgende Amplituden:

	Jacobstadt bis Hochland.			Jacobstadt bis Dorpat.			Dorpat bis Hochland.		
Dorpater Kreis.									
Amplitudo B	3	35	5,524	1	52	42,769	1	42	22,780
Gewicht G''			2,97			3,08			3,05
Mittl. Fehler			0,580			0,570			0,573
Wahrsch. Fehler			0,392			0,385			0,387
Mitauer Kreis.									
Amplitudo B	3	35	4,731	1	52	42,534	1	42	22,195
Gewicht G''			10,17			10,67			10,52
Mittl. Fehler			0,313			0,306			0,308
Wahrsch. Fehler			0,211			0,206			0,208
Beide Kreise.									
Amplitudo B	3	35	4,919	1	52	42,587	1	42	22,327
Gewicht G''			13,14			13,75			13,57
Mittl. Fehler			0,276			0,270			0,271
Wahrsch. Fehler			0,186			0,183			0,183

Die beiden Rechnungen geben für jeden Kreis als Resultate die Amplituden A und B, die bis auf wenige Hunderttheile der Secunde gleich sind; die letztere aber für den Dorpater Kreis wesentlich kleinere Gewichte, für den Mitauer dagegen gröfsere. Ohne Zweifel gebührt dem Mitauer Kreise der Vorzug vor dem Dorpater, wie ihn die zweite Rechnung sehr auffallend gibt. Dies kann aber bei der nicht sehr grofsen Zahl der Bestimmungen zum Theil zufällig sein, und es ist zu beachten, dafs nur in Jacobstadt der Dorpater Kreis eine minder gute Übereinstimmung der Polhöhen gewährt als der andere. Hievon glaube ich die Erklärung geben zu können. Beide Instrumente waren in Jacobstadt und Hochland unter Zelten aufgestellt, die eine einfache Bedeckung von gefirnifstem Segeltuche hatten. Beim beobachten in Hochland wandte ich die Vorsicht an, bei Tage die Bedeckung auf der Sonnenseite jedes Mal zu verdoppeln, um den Durchgang des Lichts und eine partielle Erwärmung gänzlich abzuhalten. In Jacobstadt war ich so vorsichtig nicht gewesen, und so mag daselbst eine kleine Störung statt gefunden haben, die sich vorzugsweise bei den Beobachtungen von Polaris in der obern und  $\beta$  Ursae in der unteren Culmination geäußert haben kann. Dafs sich hievon nur eine Wirkung am Dorpater Kreise und nicht am Mitauer zeigte, mag in der vortheilhafteren Banart des letzteren gelegen haben, an dem eine unmittelbare Verbindung des Limbus mit der versichernden Wasserwage statt findet. Die Abweichungen in der Polhöhe durch Polaris im obern Durchgange und  $\beta$  Ursae minoris im untern sind für den Dorpater Kreis in einerlei Sinne, während Polaris

im untern Durchgange im entgegengesetzten Sinne sich entfernt, wie es bei dieser Ursache sein mußte, da diese Culmination bei einem nahezu entgegengesetzten Azimute der Sonne eintrat. Hiedurch ist es wahrscheinlich, daß bei Polaris, wenn das Mittel der Polhöhen der beiden Durchgänge genommen wird, eine Compensation stattfindet. Sie kann aber nicht bei  $\beta$  Ursae vorhanden sein, weil die obere Culmination desselben erst nach Sonnenuntergang beobachtet wurde. Diese Compensation in den beiden Durchgängen des Polarsterns, so wie die Eigenthümlichkeit der gleichzeitigen Beobachtungen von Gemma und Polaris um 15 U. 27' Sternzeit fordern eine Vermehrung der in den Amplituden B gegebenen Gewichte für den Dorpater Kreis. Ich glaube daher am sichersten zu gehen, wenn ich für jeden Kreis das Mittel aus den beiden Rechnungen nehme, sowohl für die Amplituden als für die Gewichte. Hiernach erhalten wir als Endresultate:

	Jacobstadt bis Hochland.	Jacobstadt bis Dorpat.	Dorpat bis Hochland.
<b>Dorpater Kreis.</b>			
Amplitudo C	3° 35' 5,524	1° 52' 42,755	1° 42' 22,781
Gewicht	3,90	4,10	4,03
Mittl. Fehler	0,501	0,494	0,498
Wahrsch. Fehler	0,338	0,333	0,336
<b>Mitauer Kreis.</b>			
Amplitudo C	3 35 4,720	1 52 42,548	1 42 22,170
Gewicht	7,24	7,54	7,45
Mittl. Fehler	0,372	0,364	0,366
Wahrsch. Fehler	0,251	0,246	0,247
<b>Beide Kreise.</b>			
Amplitudo C'	3 35 5,001	1 52 42,621	1 42 22,385
Gewicht	11,14	11,64	11,48
Mittl. Fehler	0,300	0,293	0,295
Wahrsch. Fehler	0,202	0,197	0,199

# VI. BESTIMMUNG DER AMPLITUDEN MIT ZUZIEHUNG DER VON PAUCKER AM MITAUER VERTICALKREISE BEOBACHTETEN POLHÖHEN VON JACOBSTADT UND HOCHLAND.

Es ist schon Seite 10 erwähnt worden, daß Herr Professor Paucker auch eine Reihe von Beobachtungen, an dem von ihm für die Gradmessung hergegebenen trefflichen Instrumente, sowohl in Jacobstadt als in Hochland gemacht hat. Es waren Zenithdistanzen von  $\alpha$  Ursae minoris in der Nähe beider Culminationen. Es schien mir, bei der Sorgfalt die mein verehrter Freund auf die Reduction dieser Be-

obachtungen verwandt hatte, nicht nothwendig die Originalien der Beobachtung ausführlich mitzuthellen. Ich gebe daher nach Pauckers Rechnungen das Resultat jedes aus 4 Einstellungen bestehenden Satzes, nebst dem genäherten Orte des Zeniths, wornach sich die Vertheilung der Messung auf mannichfach liegenden Bogen ergibt. Die Declinationen sind aus den Hülftafeln unverändert genommen, die Refractionen nach der Gaußsichen Tafel berechnet.

## Jacobstadt Endpunct.

Polarstern oberer Durchgang.				Polarstern unterer Durchgang.			
1826.	Ort des Zeniths.	Polhöhe.	Differenz vom Mittel.	1826.	Ort des Zeniths.	Polhöhe.	Differenz vom Mittel.
25. Mai	65 0	56 30 2,45	— 0,89	25. Mai	49 23	56 30 5,74	+ 1,46
26. —	60 19	2,76	— 0,58	— —	49 23	4,82	+ 0,54
28. —	7 37	3,17	— 0,17	26. —	64 59	4,81	+ 0,53
— —	7 37	1,65	— 1,69	— —	64 59	4,35	+ 0,07
3. Junius	79 23	4,96	+ 1,62	27. —	80 18	6,15	+ 1,87
— —	79 23	4,57	+ 1,23	— —	80 18	3,81	— 0,47
4. —	47 48	5,75	+ 2,41	29. —	7 36	4,41	+ 0,13
6. —	61 35	2,14	— 1,20	— —	7 36	4,66	+ 0,38
9. —	16 50	4,43	+ 1,09	30. —	24 55	3,71	— 0,57
— —	16 50	4,02	+ 0,68	10. Junius	34 55	2,87	— 1,41
— —	32 6	5,87	+ 2,53	11. —	49 55	4,46	+ 0,18
— —	32 6	0,85	— 2,49	— —	49 55	4,13	— 0,15
10. —	31 57	2,25	— 1,09	12. —	35 6	1,91	— 2,37
— —	31 57	0,47	— 2,87	— —	35 6	4,16	— 0,12
— —	76 48	3,84	+ 0,50				
— —	76 48	3,50	+ 0,16				
11. —	1 50	4,53	+ 1,19				
— —	1 50	3,22	— 0,12				
— —	46 45	3,06	— 0,28				
Mittel		56 30 3,34				56 30 4,28	
Gewicht		G = 19				G = 14	

## Hochland Zelt I.

22. Julius	15 18	60 5 9,79	— 0,88	22. Julius	1 0	60 5 14,75	+ 5,24
— —	15 18	10,47	— 0,20	— —	1 0	8,97	— 0,52
26. —	75 9	8,58	— 2,09	23. —	15 17	12,06	+ 2,57
— —	75 9	11,25	+ 0,58	— —	15 17	9,34	— 0,15
27. —	44 57	11,64	+ 0,97	26. —	75 8	7,95	— 1,54
— —	44 57	11,07	+ 0,40	— —	75 8	8,44	— 1,05
28. —	30 1	12,20	+ 1,53	27. —	60 3	10,01	+ 0,52
29. —	52 29	10,52	— 0,15	— —	60 3	8,38	— 1,11
— —	52 29	11,79	+ 1,12	— —	44 57	13,15	+ 3,66
30. —	7 24	12,96	+ 2,29	— —	44 57	8,20	— 1,29
1. Aug.	22 29	9,84	— 0,83	28. —	30 1	9,19	— 0,30
2. —	82 29	12,66	+ 1,99	— —	30 1	8,59	— 0,90
— —	82 29	10,77	+ 0,10	30. —	74 43	8,27	— 1,22
3. —	22 43	10,70	+ 0,03	— —	7 24	9,08	— 0,41
— —	89 49	11,51	+ 0,84	— —	7 24	12,64	+ 3,15

Polarstern oberer Durchgang.				Polarstern unterer Durchgang.			
1826.	Ort des Zeniths.	Polhöhe.	Differenz vom Mittel.	1826.	Ort des Zeniths.	Polhöhe.	Differenz vom Mittel.
6. Aug.	59 50	60 5 10,30	— 0,37	1. Aug.	22 29	60 5 9,13	— 0,36
— —	59 50	10,61	— 0,06	— —	22 29	10,15	+ 0,66
— —	29 59	9,56	— 1,11	2. —	67 12	6,96	— 2,53
— —	89 58	9,37	— 1,30	— —	67 12	7,66	— 1,83
8. —	7 12	11,57	+ 0,90	3. —	82 42	7,83	— 1,66
— —	37 29	10,14	— 0,53	— —	82 42	8,66	— 0,83
— —	37 29	9,32	— 1,35	7. —	37 29	7,26	— 2,23
12. —	67 32	9,36	— 1,31	9. —	37 35	9,90	+ 0,41
— —	67 32	10,21	— 0,46	— —	52 35	8,14	— 1,35
				— —	52 35	8,72	— 0,77
				12. —	89 59	10,16	+ 0,67
				— —	7 33	10,38	+ 0,89
				13. —	44 55	11,76	+ 2,27
	Mittel	60 5 10,67				60 5 9,49	
	Gewicht	G = 24				G = 28	

Hieraus folgt für Jacobstadt die Polhöhe 56 30 3,81 mit  $G = 32,18$   
 — — — Hochland — — — 60 5 10,08 mit  $G = 51,69$   
 und die Amplitudo aus dem oberen Durchgang 3 35 7,33 mit  $G = 10,60$   
 — — — — — unteren — — — 5,21 mit  $G = 9,33$   
 Mittel 3 35 6,27 mit  $G = 19,85$ .

Um diese Resultate mit den von mir erhaltenen vereinigen zu können, ist es nothwendig, auch für Pauckers Beobachtungen den Seite 299 erwähnten Factor  $\gamma$  zu bestimmen. Die Vergleichung der einzelnen Polhöhen mit den Mitteln gibt  $81 \text{ mm} = 178,7786$ , und hieraus  $\text{mm} = 2,202$ ;  $\gamma = 1 : \text{mm} = 0,4541$ . Dieser Werth von  $\gamma$  ist weit geringer als der für meine Beobachtungen des Polarsterns  $= 1,6217$ , und giebt für 3,57 Beobachtungen Pauckers dasselbe Gewicht wie für eine von Struve. (Es muß hier erwähnt werden, daß Herr Professor Paucker damals die erste Gelegenheit erhielt, mit einem Reichenbachschen Instrumente zu beobachten. Seine im Jahre 1828 mit demselben Instrumente gemachte Bestimmung der Polhöhe von Mitau, die in den Astronomischen Nachrichten Band VII. Seite 362 bekannt gemacht ist, läßt in Bezug auf die Übereinstimmung der einzelnen Resultate gar nichts zu wünschen, und gibt für  $\gamma$  den Werth 1,327.)

Vereinigen wir nun die Ergebnisse der Pauckerschen Beobachtungen mit den Seite 300 gegebenen Polhöhen, so haben wir, statt der Gewichte  $G = 19, 14, 24, 28$ , jetzt



durch die Multiplication mit 0,4541 die gleichartigen  $G' = 8,63, 6,36, 10,90, 12,71$ ; und hiermit für die Polhöhen:

von Jacobstadt			
aus der obern Culmination	$4''26. 19,46 + 3''34. 8,63 = 56^{\circ} 36' 3''98$	mit $G' = 28,09$	
	<u>28,09</u>	$G'' = 1,918$	
— — untern ———	$4''61. 19,46 + 4''28. 6,36 = — — 4,53$	mit $G' = 25,82$	
	<u>25,82</u>	$G'' = 1,906$	
von Hochland			
— — obern ———	$9''77. 19,46 + 10''67. 10,90 = 60^{\circ} 5' 10,09$	mit $G' = 30,36$	
	<u>30,36</u>	$G'' = 1,927$	
— — untern ———	$9''38. 19,46 + 9''49. 12,71 = — — 9,42$	mit $G' = 32,17$	
	<u>32,17</u>	$G'' = 1,936$	

Hiermit wird das Mittel aller Polhöhen für den Mitauer Kreis

in Jacobstadt  $56^{\circ} 36' 4''772$  mit  $G'' = 8,75$

in Hochland  $60^{\circ} 5' 9,632$  mit  $G'' = 8,69$

Amplitudo A =  $3^{\circ} 35' 4,860$  mit  $G'' = 4,36$ .

Verbinden wir hingegen unmittelbar die beiden Amplituden nach Paucker mit unseren Seite 303, so sind für erstere die gleichartigen Gewichte  $G' = 10,60, 0,4541 = 4,81$  und  $9,33, 0,4541 = 4,24$ . Folglich haben wir:

	aus dem oberen Durchgang	aus dem unteren Durchgang
nach Struve	$3^{\circ} 35' 5''51$ mit $G' = 9,73$	$3^{\circ} 35' 4''77$ mit $G' = 9,73$
nach Paucker	$7,33$ mit $G' = 4,81$	$5,21$ mit $G' = 4,24$
Aus beiden	$3^{\circ} 35' 6,11$ mit $G' = 14,54$	$3^{\circ} 35' 4,90$ mit $G' = 13,97$
	und $G'' = 2,66$	$G'' = 2,64$ .

Hiermit würden wir auf Seite 304 für den Mitauer Kreis als Resultat die Amplitudo B =  $3^{\circ} 35' 4''932$  mit  $G'' = 10,61$  haben.

Durch Combinirung beider Rechnungen, so wie Seite 305, haben wir als Endresultat durch den Mitauer Kreis mit Zuziehung von Pauckers Beobachtungen die Amplitudo C =  $3^{\circ} 35' 4''896$  mit  $G'' = 7,48$ , dem mittleren Fehler =  $0''366$ , dem wahrscheinlichen Fehler  $0''247$ : so dafs also durch das hinzukommen der Arbeit meines Freundes die Amplitudo um  $+ 0''176$  geändert, das Gewicht um 0,24 vermehrt worden ist. Das Mittel aus beiden Kreisen wird jetzt Amplitudo C' =  $3^{\circ} 35' 5''112$  mit  $G'' = 11,38$ , mittl. Fehler =  $0''297$  und wahrsch. Fehler =  $0''200$ .



## VII. ENDWERTHE DER AMPLITUDEN UND POLHÖHEN.

## AMPLITUDEN.

Die Amplituden zwischen den drei Hauptpuncten der Messung sind nach den bisherigen Darstellungen auf drei wesentlich verschiedenen Hilfsmitteln begründet.

Die aus den an allen drei Orten beobachteten Sternen  $\eta$ ,  $\gamma$ ,  $\zeta$  des großen Bären gefolgerten Amplituden beruhen auf dem Gange der Hauptuhr von Repsold, indem hier der jedesmalige Abstand des Sterns vom Scheitelpunct durch die Zeit gemessen wird, die zwischen den beiden Durchgängen durch den ersten Vertical verstreicht. Der tägliche Gang dieser Uhr war ein sehr vollkommener. Wenn dieselbe aber binnen 24 Stunden nicht ganz gleichförmig geht, sondern einem Einflusse der täglichen Wärmeperiode unterliegt, so werden die für jeden Ort berechneten Polhöhen kleinen constanten Fehlern unterworfen sein. In Hochland ist die Zwischenzeit für  $\eta$  über 6 Stunden, bei einem Scheitelabstand von  $9^\circ 55'$  im Meridiane. Wenn in diesen 6 Stunden die Uhr nur um  $0,41$  in Zeit von ihrer Gleichförmigkeit abgewichen wäre: so würde  $dt = 0,75$  und  $d\phi = \frac{1}{2} \sin 2\phi \cdot \text{tangt. } dt = 0,34$  im Bogen. Der Umstand das der mittlere Beobachtungstag in Jacobstadt der 2. Juni, in Dorpat der 22. Juli, in Hochland der 4. August war, die Culminationen dieses Sterns also um 9 Uhr, 5,5 Uhr und 4,7 Uhr nach Sonnenzeit erfolgten, macht dafs die Wirkung einer solchen Ursache für die beiden letzten Orte fast ganz gleich, und auch für den ersten in demselben Sinne gewesen sein mufs. So glaube ich dafs für die Amplituden, bei der Vollkommenheit dieser aus den Händen eines der grössten Künstler hervorgegangenen Uhr, sehr wenig von dieser Fehlerquelle zu befürchten sein kann. Indefs mögen doch die wahrscheinlichen Fehler der aus diesen Sternen gefolgerten Amplituden wegen dieser Ursache, deren Wirkung unberechenbar ist, etwas gröfser sein als die ohne Berücksichtigung derselben oben gefundenen. Die ganz vorzügliche Übereinstimmung der Amplituden aus den Sternen spricht aber auch für die Kleinheit dieser Ursache, da sie bei den drei Sternen mit erheblich verschiedenen Coefficienten wirken mufste. Die Unsicherheit in den Declinationen der Sterne hat auf die Amplituden einen unbedeutenden Einflufs. Setzen wir sie im Mittel für die drei Sterne  $= \Delta\delta$ , so wären, da  $\Delta\phi = \frac{\sin 2\phi \cdot \Delta\delta}{\sin 2\delta}$ , die Verbesserungen der Amplituden  $- 0,057 \Delta\delta$ ,  $- 0,027 \Delta\delta$  und  $- 0,030 \Delta\delta$ . Hätte ich statt Bessels Declinati-

nen meine eignen zum Grunde gelegt nach Obs. Dorp. Vol. VI, so würde  $\Delta\delta = + 0,0015$  gewesen sein, und die Amplituden um  $- 0,0009$ ,  $- 0,0004$ ,  $- 0,0005$  anders ausgefallen.

Die Polhöhen aus den an jedem Orte dem Scheitel sehr nahe beobachteten kleinen Sternen können als völlig unabhängig vom Gange der Uhr angesehen werden. Wenn wir für 6 Stunden eine Unsicherheit der Uhr von  $0,1$  in Zeit als möglich gestatteten, so können wir für die größte Zwischenzeit, bei P.XVII. 22 in Jacobstadt, doch nur der Quadratwurzel der Zeit proportionirt für den Stundenwinkel von  $11^\circ 13'$  ein  $dt = 0,38$  im Bogen annehmen, und würden dafür  $d\phi = 0,035$  erhalten, ganz unerheblich. Bei den anderen 9 Sternen ist ein solches  $d\phi$  als ganz verschwindend zu betrachten. Es beruhen also diese Amplituden auf den Declinationen der Sterne, und sind also eigentlich auf den beiden Meridiankreisen der Aboer und Dorpater Sternwarte gemessen.

Die beiden Verticalkreise, der Dorpater und der Mitauer Sternwarte, sind das letzte Hülfsmittel. Die Sicherheit der Amplituden beruht hier auf der Sicherheit der mit solchen Instrumenten beobachteten Zenithdistanzen, bei welchen die Theilungsfehler durch die Messung auf verschiedenen Bogen fast gänzlich eliminirt wurden.

Ich stelle jetzt die aus diesen verschiedenen Hülfsmitteln erhaltenen Amplituden mit ihren wahrscheinlichen Fehlern zusammen.

## Amplituden.

		H — J	w. F.
Seite 236	Bärensterne (Repsolds Uhr)	$3^\circ 35' 5,334$	$0,136$
— 308	Beide Verticalkreise	$5,112$	$0,200$
— 264	Zenithsterne (zwei Meridiankreise)	$4,043 + 3,05 \mu' - 2,89 \mu''$	$0,124$
	Mittel aus drei Bestimmungen	$3^\circ 35' 4,850 + 1,02 \mu' - 0,96 \mu''$	$0,091$
	Mittel der beiden ersten	$3^\circ 35' 5,223$	$0,121$
		D — J	
— 236	Bärensterne (Repsolds Uhr)	$1^\circ 52' 42,788$	$0,106$
— 305	Beide Verticalkreise	$42,621$	$0,197$
— 264	Zenithsterne (zwei Meridiankreise)	$41,896 + 3,05 \mu' - 1,88 \mu''$	$0,116$
	Mittel aus drei Bestimmungen	$1^\circ 52' 42,435 + 1,02 \mu' - 0,63 \mu''$	$0,084$
	Mittel aus beiden ersten	$1^\circ 52' 42,704$	$0,112$
		H — D	
— 236	Bärensterne (Repsolds Uhr)	$1^\circ 42' 22,571$	$0,126$
— 305	Beide Verticalkreise	$22,385$	$0,199$
— 264	Zenithsterne (zwei Meridiankreise)	$22,147 + 1,28 \mu''' - 2,89 \mu''$	$0,116$
	Mittel aus drei Bestimmungen	$1^\circ 42' 22,368 + 0,65 \mu''' - 0,96 \mu''$	$0,088$
	Mittel der beiden ersten	$1^\circ 42' 22,478$	$0,118$

Ich habe die Mittel so gezogen, daß ich auf das aus den wahrscheinlichen Fehlern hervorgehende verschiedene Gewicht keine Rücksicht mehr nahm. Hiezu bewog mich die Betrachtung, daß möglicher Weise, wenn die Fehler schon so klein sind, eine unbekannte constante Ursache, wie z. B. bei den Bärensternen eine nicht vollkommene Compensation der Uhr, die Gewichte noch wesentlich ändern kann.

Die ersten dieser Mittel können erst gebraucht werden, wenn die von der eigenthümlichen Bewegung der 10 Sterne abhängigen Größen  $\mu'$ ,  $\mu''$ ,  $\mu'''$  bestimmt sein werden. Siehe Seite 264. Die letzten Mittel bedürfen noch für H — J der Correction — 0,"014 und für die beiden andern Amplituden + 0,"014, um die Summe der beiden letzten mit der ersten in Übereinstimmung zu bringen. Somit erhalten wir als jetzt brauchbares Endresultat die drei Amplituden:

Jacobstadt Endpunct bis Hochland	Zelt I	=	3 <sup>o</sup> 35' 5''	209	mit dem w. F.	=	0,121
— — — — —	Dorpat Thurm.	=	1 52 42,7	18	— — — —	=	0,112
Dorpat Thurmmitte bis Hochland	Zelt I	=	1 42 22,4	91	— — — —	=	0,118

## POLHÖHEN.

Um die absoluten Polhöhen zu erhalten ist es am vortheilhaftesten von der Dorpater auszugehen, für welche mehrfache unabhängige Bestimmungen zu Gebote stehen, und die der andern zwei Punkte aus den Amplituden abzuleiten.

### Polhöhe der Dorpater Sternwarte, Thurmmitte.

Nach Seite LX der Obs. Dorp. Vol. VI. ist das Endresultat für die Polhöhe des Meridiankreises aus den Umlegungen dieses Instruments von 1822 bis 1826 =  $58^{\circ} 22' 47''.05$ ; also, da die Thurmmitte  $0''.16$  nördlicher ist,

- |   |  |           |                            |               |
|---|--|-----------|----------------------------|---------------|
| 1)  | durch den Meridiankreis  | — — — — — | 58° 22' 47", <sub>21</sub> | rel. Gew. = 2 |
| 2)  | durch $\alpha$ und $\beta$ Ursae minoris in beiden Culminationen<br>am Dorpater Verticalkreise, mit Rücksicht auf<br>die Gewichte $G''$ , nach Seite 300 | — — — — — | 47,40                      | — — = 1       |
| 3)  | ebendaher durch den Mitauer Verticalkreis  | — — — — — | 47,30                      | — — = 1       |
| Mittel mit Rücksicht auf die geschätzten relativen Gewichte |  |           | 58° 22' 47,28              |               |

Die mit dem Meridiankreise erhaltenen Declinationen setzen bekanntlich die Polhöhe nicht als Element voraus, weil sie unmittelbar vom Ort des Pols ausgehen. Es geben daher die mit anderen Instrumenten gefundenen Zenithdistanzen unter Anwendung der Declinationen des Meridiankreises neue Bestimmungen der Polhöhe, die von der Combination jener Instrumente mit dem Meridiankreise abhängen. Unter

Anwendung der Dorpater Declinationen, vermittelt der Unterschiede derselben von Bessel nach Obs. Dorp. Vol. VI, Seite LVIII, haben wir so:

- 1) aus  $\gamma$  und  $\eta$  Ursae majoris mit dem Passageninstrument  
von Dollond und Repsold's Uhr — — — —  $58^{\circ} 22' 47''.70$ , rel. Gew. = 1
  - 2) aus Gemma und Polaris um 15 U. 27' Sternzeit am  
Dorpater Verticalkreise — — — — — — — —  $47.27$  — — = 1
  - 3) aus Arcturus am Mitauer Verticalkreise — — — — — — — —  $47.91$  — — =  $\frac{1}{2}$
  - 4) aus den 4 Zenithsternen, Seite 264 — — — — — — — —  $47.22$  — — = 1
- Mittel mit Rücksicht auf die geschätzten Gewichte  $58^{\circ} 22' 47.47$

Dieses letzte Mittel ist eine erfreuliche Bestätigung der oberen absoluten Polhöhe  $58^{\circ} 22' 47''.28$ , welche ich als Endwerth ansehe.

#### Polhöhen der drei Punkte.

Unter Benutzung der eben gegebenen Polhöhe von Dorpat und der Endwerthe der Amplituden, auf Seite 319, haben wir:

	Polhöhe
Jacobstadt Endpunkt — — — — — — — — — —	$56^{\circ} 30' 4''.562$
Dorpat Sternwarte Thurmmittel — — — — — — — — — —	$58^{\circ} 22' 47.280$
Hochland Mitte der Pfeiler des Passageninstruments (Zelt I.) — —	$60^{\circ} 5' 9.771$

### VIII. BESTIMMUNGEN DER AZIMUTE.

Ist S die Sternzeit der Beobachtung eines Sterns, dessen AR =  $\alpha$ , also  $\alpha - S = t$  der östliche Stundenwinkel, so erhält man das Azimut desselben vom Nordpunkt nach Osten gerechnet durch

$$\tan a = \frac{\sin t}{\cos \varphi \cdot \tan \delta - \sin \varphi \cdot \cos t}.$$

Diese ursprüngliche Formel ist für die Berechnung mehrerer Azimute des Polarsterns bei weitem die bequemste. Der erste Theil des Nenners  $\cos \varphi \cdot \tan \delta$  bleibt nemlich constant, und kann selbst bei einer längere Zeit umfassenden Beobachtungsreihe aus einem für die einzelnen Secunden von  $\delta$  gerechneten Täfelchen genommen werden, und die ganze übrige Rechnung läßt sich dann mit sechsstelligen Logarithmen führen. Selbst bei  $3^{\circ}$  Azimut entspricht der Veränderung um eine Einheit in der sechsten Stelle von  $\log \tan a$  ein Fehler von nur  $0''.025$  im Azimute.

Die Differentirung der obigen Formel gibt strenge:

$$da = (\frac{1}{2} \sin 2a \cdot \cotang t - \sin \varphi \cdot \sin a^2) \cdot dt - \frac{\cos \varphi \cdot \sin a^2}{\sin t \cdot \cos \delta^2} \cdot d\delta,$$

woraus für  $a = 90^\circ$  sich  $da = -\sin \varphi \cdot dt$ , also für alle Sterne im ersten Verticalen eine gleiche Änderung des Azimuts  $= 15'' \cdot \sin \varphi$  in einer Zeitsecunde ergibt, wie bekanntlich daselbst auch für alle Sterne die gleiche Höhenänderung von  $15'' \cdot \cos \varphi$  stattfindet. Für den Polarstern ist  $\frac{1}{2} \sin 2a = \sin a$ , und folglich

$$da = (\sin a \cdot \cotang t - \sin \varphi \cdot \sin a^2) \cdot dt - \frac{\cos \varphi \cdot \sin a^2}{\sin t \cdot \cos \delta^2} \cdot d\delta = m \cdot dt + n \cdot d\delta.$$

Wirft man den zweiten Theil des Coefficienten von  $dt$  weg, der selbst unter  $60^\circ$  Breite nur 0,003 betragen kann, und wird  $\sin a = \frac{\sin t \cdot \cos \delta}{\sin z}$  gesetzt, wo  $z$  die Zenithdistanz des Sterns: so erhält man

$$da = \frac{\cos \delta \cdot \cos t}{\sin z} \cdot dt - \frac{\cos \varphi \cdot \sin t}{\sin z^2} \cdot d\delta,$$

woraus sich, wenn man die Änderung der Zenithdistanz des Polarsterns vernachlässigt, d. h.  $\sin z = \cos \varphi$  setzt, eine Näherungsformel

$$da = \sec \varphi (\cos \delta \cdot \cos t \cdot dt - \sin t \cdot d\delta)$$

ergibt, welche mit der Seite 100 gegebenen identisch ist. Da  $t = \alpha - S$ , wenn  $\alpha$  die AR und  $S$  die Sternzeit, so folgt  $d\alpha = dt$ . Ist daher  $d\alpha$  die Correction der angenommenen AR des Polarsterns in Zeit ausgedrückt, und  $d\delta$  die der Declination in Bogensekunden: so hat man in Bogensekunden

$$da = 15m \cdot d\alpha + n \cdot d\delta = m' \cdot d\alpha + n \cdot d\delta.$$

Für Dorpat und  $\delta = 88^\circ 24'$  habe ich mir folgendes Täfelchen gleich für Sternzeit unter Annahme von  $\alpha = 1$  U. 0' berechnet:

Sternzeit	m'	n	Sternzeit	m'	n	Sternzeit	m'	n
0 Uhr	+ 0,80	- 0,54	8 Uhr	- 0,24	+ 1,80	16 Uhr	- 0,56	- 1,26
1 —	+ 0,83	0,00	9 —	- 0,41	+ 1,58	17 —	- 0,41	- 1,58
2 —	+ 0,80	+ 0,54	10 —	- 0,56	+ 1,26	18 —	- 0,24	- 1,80
3 —	+ 0,71	+ 1,03	11 —	- 0,67	+ 0,88	19 —	- 0,04	- 1,90
4 —	+ 0,56	+ 1,43	12 —	- 0,74	+ 0,45	20 —	+ 0,17	- 1,88
5 —	+ 0,38	+ 1,73	13 —	- 0,76	0,00	21 —	+ 0,38	- 1,73
6 —	+ 0,17	+ 1,88	14 —	- 0,74	- 0,45	22 —	+ 0,56	- 1,43
7 —	- 0,04	+ 1,90	15 —	- 0,67	- 0,88	23 —	+ 0,71	- 1,03
8 —	- 0,24	+ 1,80	16 —	- 0,56	- 1,26	0 —	+ 0,80	- 0,54

Um diese Tafel auch für Hochland und Jacobstadt brauchen zu können, multiplicirt man ihre Zahlen mit  $1 + \frac{x}{26}$  und  $1 - \frac{x}{29}$ ; für eine Declination  $= 88^\circ 24' + x'$  nimmt man  $m' \cdot \left(1 - \frac{x}{96}\right)$ , während  $n$  unverändert bleibt.

So wie die den Sternzeiten der Beobachtung des Polarsterns entsprechenden Azimute desselben berechnet sind, würde jeder auf dem Limbus des Horizontalkreises abgelesene Ort des Polarsterns = B, mit dem des irdischen Objects = A verglichen, unmittelbar das Azimut des letzteren geben, wenn man ein absolut berichtiges Instrument angewandt hätte. Aber die Örter bedürfen zweier Verbesserungen, erstlich wegen des Collimationsfehlers K, zweitens wegen der Neigung der Achse J. Vergleiche Seite 101 u. f. Die letztere ist für den Ort des irdischen Objects = 0. Das Vorzeichen des Collimationsfehlers bei jeder der beiden Lagen des Instruments ergibt sich unmittelbar aus den Vergleichen der Örter des irdischen Objectes in den beiden Lagen, und die Verbesserung des Orts des Polarsterns wird dann  $K: \sin z$ , wenn  $z$  die Zenithdistanz desselben ist. Da die Theilung unseres Horizontalkreises von Nord durch Ost geht, oder auf der abgewandten Seite des Limbus, wenn der Beobachter zum Objecte hinsieht, von der linken zur rechten Hand: so ist die Correction für die Neigung J.  $\cotang z$  positiv wenn die linke Achse die höhere ist, negativ wenn die rechte, oder positiv beim Polarstern wenn die westliche Achse die höhere ist. (Bei einem im Süden beobachteten Stern aber wenn die östliche.)

#### BERECHNUNG DER AZIMUTALBEOBACHTUNGEN IN JACOBSTADT 1826.

(Siehe Tagebuch Seite 178 bis 180.)

Mit Hülfe der Uhrvergleichen, Tagebuch Seite 182, und der Uhrverbesserungen, I. 216, haben wir folgende Elemente um die Angaben der Uhr von Liebherr L in Sternzeit S zu verwandeln.

1826.	L =	R =	R—L	S—R	S—L	Stündl. Veränder. v. S—L.
	U	U				
25. Mai	9 48,1	9 48,6	+ 27,38	+ 33,70	+ 1' 1,08	+ 1,28
	11 1,3	11 1,8	+ 28,65	+ 35,99	+ 1 2,64	+ 1,17
26. —	11 50,4	11 51,3	+ 51,95	+ 39,74	+ 1 31,69	+ 1,08
27. —	11 49,1	11 50,3	+ 1' 12,35	+ 45,30	+ 1 57,65	+ 1,07
29. —	12 34,3	12 36,2	+ 1 53,18	+ 56,34	+ 2 49,52	

Da die Mittel der Beobachtungszeiten den Vergleichungsmomenten L innerhalb eines Bruchs der Stunde nahe liegen: so folgen hieraus die Gröſsen S — L für die einzelnen Beobachtungen mit Leichtigkeit und Sicherheit, wenn auch der Gang der Liebherrschen Uhr kein sehr vollkommner war. Unter Anwendung derselben erhalten wir folgende Sternzeiten S der Beobachtung des Polarsterns, denen ich so gleich die AR =  $\alpha$  und Decl. =  $\delta$  des Sterns, so wie die Stundenwinkel  $t =$

# **AZIMUTE IN JACOBSTADT.**

315

15 ( $\alpha - \delta$ ), und die hieraus mit  $\varphi = 56^\circ 30' 4,77''$  berechneten von N. nach O. gezählten Azimute = a hinzufüge.  $\alpha$  und  $\delta$  sind aus den Hülftafeln genommen nach Anbringung der Correctionen  $+0,92$  und  $-0,34$ , nach Seite 274, und der täglichen Aberration.

	25. Mai	26. Mai.		27. Mai.		29. Mai
	Satz I.	Satz II.	Satz III.	Satz IV.	Satz V.	Satz VI.
S	U	U	U	U	U	U
	9 59' 25,30	10 39' 42,78	11 24' 47,16	10 46' 7,48	11 20' 42,10	11 10' 4,97
	10 3 17,38	10 42 47,84	11 28 2,23	10 49 42,53	11 23 28,15	11 14 28,05
	10 48 1,34	10 50 20,49	11 45 15,57	10 57 2,18	11 43 20,01	11 31 21,35
	10 52 54,45	10 53 55,54	11 48 19,62	11 0 54,75	11 47 26,58	11 35 12,92
$\alpha$	0 58 21,11	0 58 21,68	0 58 21,68	0 58 22,24	0 58 22,24	0 58 23,40
$\delta$	88 22 47,34	88 22 47,18	88 22 47,18	88 22 47,04	88 22 47,04	88 22 46,74
t	224 43 57,1	214 49 43,5	205 23 37,8	213 3 41,4	204 25 2,1	207 4 36,5
	223 45 55,7	213 53 27,6	202 34 51,8	212 9 55,7	203 43 31,4	205 58 50,3
	212 34 56,6	212 0 17,9	198 16 31,7	210 20 0,9	198 45 33,5	201 45 30,8
	211 21 59,8	211 6 32,1	197 50 30,9	209 21 52,4	197 43 54,9	200 47 37,2
a	-2 0 17,54	-1 37 11,22	-1 7 18,32	-1 32 46,30	-1 10 5,69	-1 17 14,94
	1 58 10,21	34 51,21	5 4,64	30 30,08	8 12,71	14 19,14
	31 33,35	30 5,42	0 53 5,43	25 47,88	0 54 27,15	2 48,93
	28 26,50	27 47,78	50 55,54	23 16,67	51 33,48	0 8,48

Nimmt man aus den parweise zusammengehörigen Ablesungen des terrestrischen Objects das Mittel, so erhält man die Örter in beiden Lagen, den Collimationsfehler K für jede, und den mittleren von der Collimation befreiten Ort aus beiden Lagen = A auf K.R. bezogen, wie folgt:

	Satz I.	Satz II.	Satz III.	Satz IV.	Satz V.	Satz VI.
K.R.	180 0' 48,9	195 11' 31,0	210 19' 6,9	224 39' 47,4	240 1' 58,75	75 33' 6,9
K.L.	359 59 48,8	15 10 28,8	30 18 4,5	44 38 45,0	60 0 56,65	255 32 4,5
2K =	-60,1	-62,2	-62,4	-62,4	-62,1	-62,4
K =	-30,05	-31,1	-31,2	-31,2	-31,05	-31,2
A =	180 0 18,85	195 10 59,9	210 18 35,7	224 39 16,2	240 1 27,7	75 32 35,7

Das Mittel der K ist  $- + 30,97$  für K.R. und für K.L. Die Werthe der K in den einzelnen Sätzen stimmen überraschend zusammen, und zeigen welche Sicherheit das Universalinstrument in seinen einfachsten Bestimmungen gewährt.

Jedem Par Beobachtungen des Polarsterns gehört eine unmittelbar durch die Stehlibelle bestimmte Neigung der Achse gegen den Horizont = J. Um die Angabe der Libelle in Bogentheilen zu verwandeln, wird der Werth des Halbtheils =  $\tau$  Seite 37 gebraucht. Da die Länge der Blase zwischen 24t und 28t im Mittel 26,0t betrug, so ergibt sich hier  $\tau = 1,35$ . Zur Verbesserung der Örter des Polarsterns haben wir also folgende Data:



## AZIMUTE IN JACOBSTADT.

Satz.	K.	J	z	$\frac{30,97}{\sin z}$	J. cotang z	Verbes. des Orts = r
I.	R	-4,55r = -6,15	34 40'	-54,45	-8,89	-63,34
	L	-1,50r = -2,02	34 52	+54,18	-2,91	+51,27
II.	R	+1,15r = +1,55	34 50	-54,22	+2,23	-51,99
	L	+0,30r = +0,40	34 52	+54,18	+0,58	+54,76
III.	L	-4,70r = -6,34	34 59	+54,02	-9,07	+44,95
	R	-4,10r = -5,53	35 2	-53,96	-7,89	-61,85
IV.	R	-0,35r = -0,47	34 52	-54,18	-0,68	-54,86
	L	-2,75r = -3,71	34 54	+54,14	-5,33	+48,81
V.	L	-4,05r = -5,47	34 59	+54,02	-7,82	+46,20
	R	-3,85r = -5,19	35 2	-53,96	-7,42	-61,38
VI.	R	-0,90r = -1,21	34 57	-54,06	-1,74	-55,80
	L	-4,75r = -6,41	35 1	+53,98	-9,15	+44,83

Die Zenithdistanzen  $z$  sind hier aus der zur Aufsuchung des Sterns dienenden Tafel genommen.

Aus dem abgelesenen Orte des Polarsterns = O, der Verbesserung derselben = r, und dem Azimut = a erhalten wir in jedem Satze den Ort des Meridians  $M = O + r - a$  in vier Bestimmungen, von denen ich die bei K.L. um  $180^\circ$  verändere, um das Mittel auf K.R. bezogen zu erhalten, welches dann dem obigen mittleren Orte des irdischen Gegenstandes = A vergleichbar ist.

Satz.	K	O	r - a	M	Mitt. für K.R.	A
I.	R	225 38' 57,8	+ 1 59' 14,20	227 38' 12,00	" " "	" " "
	R	41 10,3	57 6,87	17,17	227 38 15,16	180 0 18,85
	L	46 553,3	32 24,62	17,92		
	L	8 55,8	29 17,77	15,57		
II.	R	241 12 39,0	+ 1 36 19,23	242 48 58,23	242 48 55,04	195 10 59,90
	R	14 56,5	33 59,22	55,72		
	L	61 17 51,0	31 0,18	51,18		
	L	20 12,5	28 42,54	55,04		
III.	L	76 48 27,0	+ 1 8 3,27	257 56 30,27	257 56 30,86	210 18 35,70
	L	50 40,5	5 49,59	30,09		
	R	257 4 28,3	0 52 3,58	31,88		
	R	6 37,5	49 53,69	31,19		
IV.	R	270 45 19,3	+ 1 31 51,44	272 17 10,74	272 17 11,76	224 39 16,20
	R	47 43,3	29 35,22	18,52		
	L	90 50 31,8	26 36,69	8,49		
	L	53 3,8	24 5,48	9,28		
V.	L	106 28 31,5	+ 1 10 51,89	287 39 23,39	287 39 24,92	240 1 27,70
	L	30 23,0	8 58,91	21,91		
	R	286 45 58,0	0 53 25,77	23,77		
	R	48 58,5	50 32,10	30,60		
VI.	R	121 54 12,8	+ 1 16 19,14	123 10 31,94	123 10 32,11	75 32 35,70
	R	57 12,8	13 23,34	36,14		
	L	302 6 54,8	3 33,76	28,56		
	L	9 38,5	0 53,31	31,81		



Hiernach geben uns A — M in 6 Sätzen das östliche Azimut von Daborskalns Sig.

25. Mai Satz I.	312° 22' 3,69 — 0,57 dα + 1,05 dδ	— 0,34
26. — — II.	4,86 — 0,63 dα + 0,91 dδ	+ 0,83
— — — III.	4,84 — 0,67 dα + 0,59 dδ	+ 0,81
27. — — IV.	4,44 — 0,62 dα + 0,87 dδ	+ 0,41
— — — V.	2,78 — 0,67 dα + 0,59 dδ	— 1,25
29. — — VI.	3,59 — 0,66 dα + 0,68 dδ	— 0,44
Mittel	312 22 4,03 — 0,64 dα + 0,78 dδ	

Die aus dem Täfelchen, Seite 313, zugefügte Correction lässt die Veränderung dieses Azimuts finden, wenn man einen anderen Ort des Polarsterns als den gebrauchten anwenden wollte. Das so gefundene Azimut bezieht sich aber auf den Visirbalken von Daborskalns Signal. Nach I. 131 ist  $s = -1,26$  die Reduction vom Visirbalken auf das Centrum der Schwelle, und folglich das von Jacobstadt Endpunct beobachtete:

$$\text{Azimut von Daborskaln Centrum} = 312^\circ 22' 2,77.$$

#### BERECHNUNG DER AZIMUTALBEOBACHTUNGEN IN HOCHLAND 1826.

(Siehe Tagebuch, Seite 228 bis 232.)

Alle Rechnungen fürs Azimut in Hochland wurden von Paucker und mir gemacht und bestätigten sich vollkommen.

Zuvörderst mußte die Polhöhe des Standortes auf Mäggi-Pälüs bekannt sein. Diese liefs sich aus den im Tagebuche, Seite 232, gegebenen in einem einzelnen Satze beobachteten Zenithdistanzen des Polarsterns berechnen. Hierzu wandte ich die von Herrn Lemm aus seinen Beobachtungen abgeleiteten und mir mitgetheilten Correctionen des Chronometers von Berthoud an, nach welchen vor der Übergabe zu unserem Gebrauch am 13. August der mittlere Mittag um 11 Uhr 40' 13",7 B., oder die Verbesserung der Uhr + 19' 46",3, und nach der Rückgabe am 16. August um 10 Uhr 34' B. die Verbesserung auf mittlere Zeit + 19' 26",4 war. Mit dieser Angabe folgt aus der erwähnten Beobachtung die Polhöhe von Mäggi-Pälüs Punet M = 60° 4' 26",8, welche bei den nachfolgenden Berechnungen der Azimute vorläufig zum Grunde liegt.

Die Bestimmung der Zeit beruht hier nicht auf für sich getrennt bestehenden Beobachtungen. Während aus den Horizontalabständen des irdischen Objects, der Marke, und des Polarsterns das Azimut zu bestimmen war, sollten die Horizon-

Abstände der Marke und des jedesmaligen Fundamentalsternes die Zeit geben. Alle Beobachtungen waren auch hier so wie an den andern Orten wegen der nothwendigen Sichtbarkeit des irdischen Objects Tagesbeobachtungen. Die Auffindung der Sterne erforderte daher eine genäherte Zeitbestimmung und eine Hülfsstafel, welche die Azimute und Zenithdistanzen derselben für die betreffenden Sternzeiten angab. Die Auffindung gelang ohne Schwierigkeit. Ich bemerke hier dafs es mir bei Beobachtung von  $\alpha$  Herculis überraschend war, noch vor Sonnenuntergang sogleich den Begleiter dieses Sterns im Fernrohre des Universalinstruments erkennen zu können. Die Berechnung geschieht am einfachsten durch Näherung, und wir hätten die obigen genäherten Correctionen der Uhr als erstes Element brauchen können. Statt ihrer wählte ich ein früher zur ersten Orientirung der Instrumente bestimmtes Azimut, aus welchem sich für das Azimut der Marke der Werth  $335^{\circ} 58' 30''$  ergab. Die erste Berechnung von Satz I. mit dieser Annahme zeigte gleich dafs dies Azimut genau 2' falsch sei, und so wurde sogleich ein neues Azimut der Marke =  $335^{\circ} 56' 30''$  zum Grunde gelegt, mit welchem Herr Professor Paucker alle Uhrcorrectionen aus den Fundamentalsternen, und darauf durch den Polaris alle Azimute der Marke berechnete, und im Mittel der letzten  $335^{\circ} 55' 28'',5$  fand. Dieses legte ich zum Grunde für die definitive Rechnung, deren Resultate ich jetzt darstellen werde.

Die Örter der Marke in den verschiedenen Sätzen für beide Lagen, den Collimationsfehler K und den mittleren auf K.R. bezogenen Ort der Marke = A, hat man wie folgt:

	Satz I. Arcturus.	Satz I. Polarstern.	Satz II. Polarstern.	Satz III. Polarstern.	Satz IV. Polarstern.
K.R.	$179^{\circ} 58' 49,25$	$179^{\circ} 58' 51,55$	$195^{\circ} 24' 26,0$	$119^{\circ} 54' 42,9$	$134^{\circ} 51' 14,5$
K.L.	$359^{\circ} 57' 44,5$	$359^{\circ} 57' 44,5$	$15^{\circ} 23' 18,8$	$299^{\circ} 53' 31,3$	$314^{\circ} 50' 6,65$
$2K =$		$-67,05$	$-67,2$	$-71,6$	$-67,85$
$K =$		$-33,53$	$-33,6$	$-35,8$	$-33,92$
$A =$	$179^{\circ} 58' 16,87$	$179^{\circ} 58' 18,02$	$195^{\circ} 23' 52,4$	$119^{\circ} 54' 7,1$	$134^{\circ} 50' 40,57$
	Satz IV. $\alpha$ Tauri.	Satz V. Arcturus.	Satz V. Polarstern.	Satz VI. Polarstern.	Satz VI. $\alpha$ Herculis.
K.R.	$134^{\circ} 51' 14,5$	$150^{\circ} 26' 50,75$	$150^{\circ} 26' 47,65$	$74^{\circ} 57' 55,65$	$74^{\circ} 57' 55,65$
K.L.	$314^{\circ} 50' 7,4$	$330^{\circ} 25' 43,55$	$330^{\circ} 25' 42,15$	$254^{\circ} 56' 45,15$	$254^{\circ} 56' 50,25$
$2K =$			$-65,5$	$-70,5$	
$K =$			$-32,75$	$-35,25$	
$A =$	$134^{\circ} 50' 40,95$	$150^{\circ} 26' 17,15$	$150^{\circ} 26' 14,9$	$74^{\circ} 57' 20,4$	$74^{\circ} 57' 22,95$

Das Mittel der K, welche ich nur aus den günstigeren Ablesungen zunächst den Polarsternbeobachtungen ableitete, ist =  $-34'',15$  für K.R.

Der verbesserte Ort eines Fundamentalsternes ist daher  $O' = O \pm 34'',15 : \sin z + J. \cotang z$ . Die J ergeben sich aus den Angaben der Wasserwage und dem

zugehörigen Halbtheil auf Seite 37, wobei für die Zeitsterne J positiv ist, wenn die östliche Achse die höhere. Die z wurden aus der Tafel für die Aufsuchung der Sterne entnommen. Aus jedem zu einem Beobachtungssatz des Zeitsterns zugehörigen A gibt sich M' der Ort des südlichen Meridians auf dem Kreise durch  $M' = A - 155^{\circ} 56' 28'',5$ , und endlich das von Süden nach Westen gerechnete Azimut des Sterns  $= O' - M'$ .

Ort des Sterns O'	K sin z	J tang z	Verbess. Ort des Sterns O'	Ort des Südpuncts M'	Azimut des Sterns = a	Stundenwin- kel in Zeit = t	Sternzeit = a + t	Zeit des Berthoud.	Uhrcorrect. auf Sternzeit.
15. August. Satz I. Arcturus ( $\alpha = 14^{\circ} 45'',71$ $\delta = 20^{\circ} 5' 29'',0$ ).									
22 19 59,3	-53,1	-7,4	22 18 58,8		1 42 49,5	0 4 41,43	14 3 4,28	4 9 35,6	+ 9 53 28,68
23 20 45,3	-53,1	-7,4	23 19 44,8	24 1 48,3	0 42 3,5	1 55,10	5 50,61	12 21,2	29,41
31 23 33,0	+52,9	-0,9	31 24 25,0		7 22 36,7	20 13,63	27 59,34	34 26,2	33,14
33 8 12,0	+52,8	-0,9	33 9 3,9		9 7 15,6	25 2,10	32 47,81	39 14,4	33,41
Satz II. $\alpha$ Herculis ( $\alpha = 17^{\circ} 6' 46'',14$ $\delta = 14^{\circ} 35' 53'',4$ ).									
48 47 57,0	+47,6	-3,3	48 48 41,3		9 21 17,4	0 27 38,71	17 34 24,85	7 40 22,4	+ 9 54 2,45
49 46 53,5	+47,6	-3,3	49 47 37,8	39 27 23,9	10 20 13,9	30 34,02	37 20,16	43 17,2	2,96
52 18 9,8	-47,5	-3,5	52 17 18,8		12 49 54,9	38 0,80	44 46,94	50 42,5	4,44
53 2 36,8	-47,4	-3,5	53 1 45,9		13 34 22,0	40 13,99	47 0,13	52 55,4	4,75
Satz IV. $\alpha$ Tauri ( $\alpha = 4^{\circ} 25' 59'',55$ $\delta = 16^{\circ} 9' 8'',4$ ).									
52 8 45 53,0	-48,9	+8,0	52 8 45 12,1		10 9 0,3	0 29 25,15	3 56 34,40	18 0 51,8	+ 9 55 42,60
52 9 37 49,0	-48,9	+8,0	52 9 37 8,1	338 54 12,4	9 17 4,3	26 53,75	59 5,80	3 23,2	42,60
54 7 20 51,0	+48,9	+5,7	54 7 21 45,6		8 27 33,2	24 29,64	4 50 29,19	54 38,3	50,89
54 9 17 14,0	+48,9	+5,7	54 9 18 8,6		10 23 56,2	30 8,78	56 8,33	19 0 16,4	51,95
16. August. Satz V. Arcturus ( $\alpha = 14^{\circ} 45'',70$ $\delta = 20^{\circ} 5' 29'',0$ ).									
555 11 28,0	+53,1	0,0	555 12 21,1		0 42 32,5	0 1 56,42	14 9 42,12	4 12 21,1	+ 9 57 21,02
556 13 45,5	+53,1	0,0	556 14 38,6	354 29 48,6	1 44 50,0	4 46,93	12 32,63	15 11,3	21,33
558 11 15,0	-53,1	-6,7	558 10 15,2		3 40 26,6	10 3,58	17 49,28	20 27,1	22,18
559 7 7,0	-53,1	-6,7	559 6 7,2		4 36 18,6	12 36,76	20 22,46	23 0,0	22,46
Satz VI. $\alpha$ Herculis ( $\alpha = 17^{\circ} 6' 46'',13$ $\delta = 14^{\circ} 35' 53'',4$ ).									
174 25 5,3	-47,8	-1,1	174 24 16,4		4 36 38,0	0 13 35,78	16 53 10,35	6 55 23,7	+ 9 57 46,65
175 22 1,3	-47,8	-1,1	175 21 12,4	279 0 54,4	3 39 42,0	10 47,71	55 58,42	58 11,3	47,12
178 14 52,5	+47,8	-1,7	178 15 38,6		0 45 15,8	2 13,39	17 4 32,74	7 6 44,1	48,64
179 18 11,5	+47,8	-1,7	179 18 57,6		0 18 3,2	0 53,20	7 39,33	9 50,4	48,93

Das vorstehende Schema enthält die Positionen der gebrauchten Sterne nach den Hülftafeln. Aus den in der sechsten Spalte gegebenen Azimuten der

Sterne = a sind ihre westlichen Stundenwinkel t durch die Formeln  $\sin p = \frac{\cos \phi}{\cos \delta} \sin a$ ,

und  $\tan \frac{1}{2} t = \frac{\cos \frac{1}{2} (\phi - \delta)}{\sin \frac{1}{2} (\phi + \delta)} \cdot \tan \frac{1}{2} (a - p) = \frac{\sin \frac{1}{2} (\phi - \delta)}{\cos \frac{1}{2} (\phi + \delta)} \cdot \tan \frac{1}{2} (a + p)$  abgeleitet.

Nimmt man aus jedem Satze das Mittel so erhält man folgende fünf Verbesserungen des Berthoud auf Sternzeit:

	U			U	Diff. v. Mittel
15. August	4 23,90	Berthoud, Uhr correction	= +	9 53 31,16	+ 0,08
	7 46,82	—	=	54 3,65	— 0,05
	18 29,78	—	=	55 47,00	— 0,04
	28 17,75	—	=	57 21,75	+ 0,20
	31 2,53	—	=	57 47,84	— 0,20

Hieraus folgt nach den kleinsten Quadraten für 18 U. 0',15 B. die Uhr correction = + 9 U. 55' 42'',28, und 24 Stunden Berthoud = 24 Stunden 3' 51'',45 Sternzeit, welche Größen die 5 mittleren Uhr correctionen mit den in der letzten Columnne gegebenen Abweichungen darstellen, und dadurch sowohl die Sicherheit der Zeitbestimmung, als vorzüglich die Güte des Ganges der Uhr während ihres Gebrauches zu den Azimutalbeobachtungen, die ganz von den Zeitbestimmungen eingeschlossen sind, beweisen.

Die Sicherheit der Zeitbestimmungen läßt sich noch genauer beurtheilen, wenn man die aus jeder Einstellung auf den Stern folgenden Uhr correctionen mit dem Mittel der 4 zu einem Satze gehörigen vergleicht, indem man mit dem nunmehr bekannten Uhr gange alle Uhr correctionen auf das mittlere Moment reducirt. So erhalten wir mit Weglassung der Stunden und Minuten

Aus Satz I. für 4 U. 23',9	Aus Satz II. für 7 U. 46',8	Aus Satz IV. für 18 U. 29',8	Aus Satz V. für 4 U. 17',7	Aus Satz VI. für 7 U. 2',5 B.
30,98 — 0,18	3,50 — 0,15	47,25 + 0,24	21,88 + 0,13	47,79 — 0,05
31,26 + 0,10	3,53 — 0,12	46,83 — 0,18	21,74 — 0,01	47,82 — 0,02
31,45 + 0,29	3,81 + 0,16	46,92 — 0,09	21,75 0,00	47,97 + 0,13
30,95 — 0,21	3,74 + 0,09	47,03 + 0,02	21,62 — 0,13	47,76 — 0,08
Mittel 31,16	3,65	47,01	21,75	47,84

Die Summe der Quadrate der Abweichungen ist 0,3999, und folglich das mittlere Quadrat  $0,3999:15 = 0,0267$ . Der mittlere Fehler einer auf einmaliger Einstellung des Sterns beruhenden Zeitbestimmung ist 0'',163, der wahrscheinliche 0'',110. Dies ist eine überraschende Genauigkeit, aber keine unnatürliche. Bei der starken 60fachen Vergrößerung ist der w. F. eines Durchganges eines Sterns in der Nähe des Äquators durch den Faden dem gleich au 180fach vergrößernden Meridiankreise für einen Stern in 70°,5 Declination, weil  $\sec 70°,5 = 3 = 180:60$ . Dieser ist aber nach den Obs. Dorp. IV. Seite XVI =  $\sqrt{(0,0718^2 + 9 \cdot 0,0157^2)} = 0'',086$  in Zeit. Der Einfluß der übrigen Fehlerquellen muß also sehr geringe sein und nur zu  $\sqrt{(0,110^2 - 0,086^2)} = 0'',069$  geschätzt werden. Gewiß ist die Sicherheit der Ablesung so groß daß der w. F. kleiner als 1'', und so erklärt sich aus der starken Azimutaländerung der 3 Sterne von über 20'' in jeder

Zeitsecunde der geringe Einfluss der Ablesefehler und der möglichen Theilungsfehler des gebrauchten Bogen. Von constanten aus dem Instrumente hervorgehenden Fehlern kann fürs Mittel jedes Satzes bei dieser Zeitbestimmung nicht die Rede sein, da bei der Beobachtung in beiden Lagen des Instruments Zapfen und Collimationsfehler gewechselt werden. Vergleicht man die positive Uhrcorrection in K.R. = r mit der in K.L. = l, so findet sich:

in Satz I.	$l = r + 0,08$
— — II.	— 0,26
— — IV.	— 0,07
— — V.	+ 0,13
— — VI.	+ 0,06
<hr/>	
Im Mittel l =	$r - 0,012$ .

Hieraus ergibt sich, dass bei unserm Instrument auch einseitige Beobachtungen nur geringen Fehlern unterworfen sein können. In constantem Sinne auf die Zeitbestimmung wirkend ist einzig das angenommene Azimut der Marke. Wir werden sehen, dass unser endlicher Werth desselben  $335^{\circ} 56' 28,95$ , um  $0,45$  grösser als die Annahme, mit dem w. F.  $0,41$  ist. Dieser  $0,45$  wegen müssen alle Uhrcorrectionen um  $+ 0,022$  vermehrt werden mit einem w. F.  $0,020$ . Ein Fehler von  $2,1$  im Azimut der Marke würde erst  $0,1$  auf die Zeitbestimmung einwirken.

Wie gross das Übergewicht dieser Art von Zeitbestimmung in der geographischen Breite von  $60^{\circ} 5'$  ist, ergibt sich wenn man beobachtet, dass der w. F. einer auf einmaliger Einstellung nach dem Fundamentalsterne begründeten Zeitbestimmung  $= 0,110$  hier genau so gross ist, als der des Mittels aus 8 Zenithdistanzen zweier Sterne in beiden Verticalen. Siehe Seite 219. Aber nicht nur in grossen Breiten, selbst unter dem Aequator, hat diese Methode ihre völlige Brauchbarkeit; ja sie möchte an letzterem wohl die einzige sein zur Bestimmung der absoluten Zeit aus Durchgängen durch die vom Instrument beschriebene Verticalebene. Hier liegt der Pol im Horizonte und ist nicht zu beobachten, aber die dem Aequator nächsten Sterne nehmen durch ihre geringe Azimutaländerung bei wachsender Zenithdistanz die Stelle des Polarsterns ein. Es ist überhaupt ein sehr zu beherzigender Satz, dass das Passageninstrument in seinem allgemeinen Gebrauch in beliebigen Verticalen nur ein specieller Fall des Universalinstrument ist. Jenes setzt die Veränderung des Azimuts oder  $\Delta a = 0$  voraus, dieses gibt jedesmal  $\Delta a$  durch die Ablesung am Horizontalkreise, und so entsteht für das letzte der unschätzbare Vortheil, nacheinander in beiden Lagen für dieselben festen Punkte der Himmelskugel

(Polarstern und Fundamentalstern) gebraucht werden zu können; und also die constanten Fehlerquellen unwirksam zu machen, aber nicht beengt zu sein durch die Bedingung, daß die beiden festen Punkte der Himmelskugel in einerlei Verticalebene treten. Offenbar ist die Marke hier ein Stellvertreter des Pols.

Mit den obigen Zeitbestimmungen können wir jetzt zur Berechnung der Azimute schreiten. Der aus den Beobachtungen folgende mittlere Werth  $K = -34,15$  ist oben schon abgeleitet. Die Neigungen der Achse bei den Polarsternbeobachtungen sind unter Anwendung des Werths der Scale Seite 37:

Satz I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
$-0,97$	$+0,26$	$+1,20$	$-4,70$	$+0,97$	$+1,48$
$+12,22$	$-14,90$	$-2,53$	$+0,70$	$+0,91$	$+1,03$

Die Positionen des Polarsterns sind, nach Anbringung von  $+0,92$  in AR und  $-0,34$  in Decl. und der täglichen Aberration, nach den Hülftafeln:

15. Aug. 16 U. 40' Sternzeit, $\alpha = 0$ U. 59' 26,91, $\delta = 88^{\circ} 22' 52,13$		
3	19	— —
		21,67
		52,48
16. — 15	55	— —
		21,35
		52,44.

Aus diesen Elementen folgte genau auf dem oben für Jacobstadt vorgezeichneten Wege als Endresultat:

östliches Azimut des Absehen am Wachthaus, von Maggi-Pälüs

Punct M aus

					Diff. v. Mittel
15. Aug. Satz I.	335 56' 28,78	$-0,67 d\alpha$	$-0,98 d\delta$		$-0,08$
— — — II.	26,95	$-0,60 d\alpha$	$-1,32 d\delta$		$-1,91$
— — — III.	31,86	$+0,84 d\alpha$	$+0,62 d\delta$		$+3,00$
— — — IV.	30,21	$+0,79 d\alpha$	$+0,88 d\delta$		$+1,35$
16. — — V.	29,08	$-0,75 d\alpha$	$-0,69 d\delta$		$+0,22$
— — — VI.	26,25	$-0,68 d\alpha$	$-1,04 d\delta$		$-2,63$
Mittel	335 56 28,86	$-0,18 d\alpha$	$-0,42 d\delta$		

Dadurch, daß unter den 6 Sätzen vier am Abend und zwei am Morgen beobachtet sind, ist der Einfluß der  $d\alpha$  und  $d\delta$  aufs Endresultat bedeutend kleiner als in Jacobstadt.

Dieses Azimut bedarf noch einer kleinen Verbesserung. Bei der Berechnung der Azimute des Polarsterns ward nemlich  $\phi = 60^{\circ} 4' 26,18$  vorausgesetzt aus der Bestimmung durch einen einzelnen Satz am Universalinstrument. Diese Polhöhe kann aber aus der der Zeltmitte Z, Tafel I, Fig. C, mit größerer Sicherheit abgeleitet werden. Z ist nach I. 159 um 645,913 Toisen nördlicher als der Punct

E auf Mäggi-Pälus, und da dieser 3,014 Toisen nördlicher ist als M (siehe die Verbesserungen): so folgt Z um 648,927 Toisen nördlicher als M. Der Werth einer Secunde des Meridians unter  $60^{\circ} 5'$  ist nach Walbeck 15,876 Toisen und folglich Z um  $40,68$  nördlicher als E und  $40,88$  nördlicher als M. Da nun nach I. 312 die endliche Polhöhe von  $Z = 60^{\circ} 5' 9,77$  ist: so wird die von  $E = 60^{\circ} 4' 29,09$  und von  $M = 60^{\circ} 4' 28,89$ , letzte um  $2,09$  gröfser als vorausgesetzt ward. Differentiirt man die Formel fürs Azimut in Bezug auf  $a$  und  $\varphi$ : so ergibt sich

$$\frac{da}{\cos a^2} = \frac{\text{tanga. tang } \delta \sin \varphi + \text{tanga. cost. } \cos \varphi}{\text{tang } \delta \cos \varphi - \sin \varphi \cos t} d\varphi;$$

setzt man für den Polarstern  $\cos a = 1$  und dividirt, so wird

$$da = \left( \sin a \cdot \text{tang } \varphi + \frac{\sin a \cdot \text{cost}}{\text{tang } \delta \cos \varphi^2} + \dots \right) d\varphi;$$

im zweiten Gliede  $\sin a = \frac{\sin t \cdot \cos \delta}{\sin z}$  nahezu  $= \frac{\sin t \cdot \cos \delta}{\cos \varphi}$  gesetzt, gibt

$$\begin{aligned} da &= (\sin a \cdot \text{tang } \varphi + \frac{1}{2} \sin 2t \cdot \cos \delta^2 \cdot \sec \varphi^2 + \dots) d\varphi \\ &= (\sin a \cdot \text{tang } \varphi + 0,000398 \sin 2t \cdot \sec \varphi^2 + \dots) d\varphi. \end{aligned}$$

Selbst unter Hochlands Polhöhe wird das zweite Glied für  $\sec \varphi = 2$  erst gleich  $0,0032 \cdot \sin 2t \cdot d\varphi$  also ganz zu vernachlässigen, so lange  $d\varphi$  nur einige Secunden beträgt und wir haben also  $da = \sin a \cdot \text{tang } \varphi \cdot d\varphi$ . Das Mittel aller für Hochland berechneten Azimute des Polarsterns ist mit Rücksicht auf das Vorzeichen  $+ 1^{\circ} 22'$ , also östlich; wir erhalten demnach die Correction unseres Mittels  $da = + 2,09 \cdot \sin 1^{\circ} 22' \cdot \text{tang } \varphi = + 0,09$ , und folglich für unser Azimut  $335^{\circ} 56' 28,95 - 0,18 d\alpha - 0,42 d\delta$ .

Aus diesem Azimute ist nun das des Thurms von Halljall vom eigentlichen Stationspuncte E aus abzuleiten. Nach I. 131 und durch Anbringung der kleinen Correction, für die Convergenz der Meridiane von E und M,  $\mu = - 0,34$  wird:

$$\begin{aligned} \text{das Azimut des Absehen von E aus} &= 335^{\circ} 56' 28,61 + x \\ \text{Winkel in E zwischen Halljall und Absehen} &= 126^{\circ} 47' 11,19 + x \\ \text{Azimut von Halljall von E aus} &= 209^{\circ} 9' 17,42 \end{aligned}$$

Ist nemlich  $e$  die Entfernung des Punctes, wohin das Azimut übertragen werden soll, vom Beobachtungspuncte, und das von Nord durch Ost gerechnete Azimut der Linie nach dem ersten vom letzten  $= a$ ,  $R$  der Radius der Erde: so wird die Verbesserung wegen der Convergenz der Meridiane

$$\mu = \frac{e \cdot \sin a}{R \cdot \sin 1''} \text{ tang } \varphi.$$

Hier war  $e = 311,6$  Zoll  $= 4,3277$  Toisen,  $a = 335^{\circ} 56,5 - 22^{\circ} 3,7 = 313^{\circ} 52,8$ , nach Tagebuch Seite 235, und  $\log R = 6,51513$ , nach I. 172.



Wir brauchten außerdem noch in I. 159 das Azimut der Linie EL, in Tafel L, Fig. C. Dies ergibt sich wie folgt:

Azimut des Absehen von M aus =	335° 56' 28,95
Nach I. 153 ist Winkel (W. A.) ML =	0 3 39,2
Azimut von L von M aus =	336 0 8,15
Nach I. 158 ist Winkel MLE =	+ 4 33,1
Convergenz der Meridiane von E und M =	— 0,34
Azimut von L von E aus =	336 4 40,91;

wofür auf Seite 159 sich 336° 4' 40,98 befindet. Der Unterschied ist für die Orientierung der Hülfs triangulirung ganz unerheblich.

#### BERECHNUNG DER AZIMUTALBEOBACHTUNGEN IN DORPAT.

Die erste Reihe von Vergleichen des Signals in Kersel mit dem Polarsterne geschah schon 1824, vom 5. bis 16. Junius. Siehe Tagebuch Seite 66 bis 69. Die Uhr correctionen siehe I. 211. Die übrigen Elemente zur Reduction sind folgende:

Satz.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
K	— 69,7	— 69,7	— 78,3	— 77,2	— 77,2	— 76,6
Neigungen der	+ 1,47	— 1,47	+ 5,29	+ 1,32	— 4,19	— 1,03
Achse	— 8,38	— 4,04	— 0,88	— 6,39	+ 0,37	+ 0,59
“ = 0 U 57'	44,78	46,25	51,05	51,78	51,78	53,14
δ = 88° 22'	9,43	9,15	8,81	8,84	8,80	8,72

Das Mittel der K für die Sätze I und II — 69,7 für K.R.; darauf wurde die Gesichtslinie geändert und das nachfolgende Mittel ist K = — 77,32 für K.R. Die Örter des Sterns sind aus den Hülfsstafeln nach Anbringung der Aberration.

Mit diesen Elementen ergibt sich auf die frühere Weise:

#### östliches Azimut von Kersel Signalcentrum

1824 5. Junius	Satz I.	337° 37' 54,01	— 0,73 dα + 0,66 dδ	— 0,11
— 7. —	— II.	52,87	— 0,76 dα + 0,45 dδ	— 1,25
— 13. —	— III.	54,30	— 0,77 dα + 0,27 dδ	+ 0,18
— 14. —	— IV.	53,36	— 0,71 dα + 0,72 dδ	— 0,76
— — —	— V.	56,63	— 0,76 dα + 0,27 dδ	+ 2,51
— 16. —	— VI.	53,55	— 0,78 dα + 0,09 dδ	— 0,57
		Mittel	337 37 54,12 — 0,75 dα + 0,41 dδ.	



Um hier auch die richtigen Örter des Nordsterns angewandt zu haben, ist  $d\alpha = + 0,92$ ,  $d\delta = - 0,34$ , und so erhalten wir das beobachtete Azimut  $337^{\circ} 37' 53,29$ . Dieses Azimut ist nicht vom Centro des Thurmes, der als Stationspunct dient, sondern von dem Seite 66 des Tagebuchs gegebenen Orte gemessen. Mit den dort stehenden Angaben findet sich die vollständige Reduction aufs Centrum des Thurms  $- 1' 15,79$ , und folglich das Azimut von Kersel Signalcentrum  $= 337^{\circ} 36' 37,50$  von Dorpat Sternwarte Thurmmitte aus.

Die zweite Reihe von Beobachtungen wurde 1827 vom 29. Julius bis 7. August gemacht. Das Tagebuch, Seite 312 bis 316, enthält 9 Sätze, nemlich I bis VI, dann wieder I, II und VII. Anderweitige Arbeiten verhinderten die Sätze VIII bis XII hinzuzufügen. Es muß daher Satz VII ausgelassen werden, und die zweiten I und II sind mit den ersten zu vereinigen. Die Uhr correctionen sind I. 212 gegeben.

Die Elemente zur Reduction sind folgende:

Satz.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.
K	$- 32,14$	$- 29,57$	$- 29,69$	$- 30,00$	$- 30,57$	$- 29,88$	$- 30,00$	$- 30,63$
Neigungen	$+ 5,86$	$- 1,04$	$- 0,26$	$+ 2,61$	$+ 2,48$	$- 0,46$	$+ 3,06$	$+ 2,74$
der Achse	$+ 1,82$	$+ 0,06$	$- 0,72$	$+ 2,80$	$+ 2,08$	$+ 2,09$	$+ 0,52$	$+ 2,61$
$\alpha = 0 \text{ U. } 59'$	28,66	29,43	29,46	30,19	30,23	31,05	32,61	35,14
$\delta = 88^{\circ} 23'$	5,68	5,84	5,83	6,01	6,00	6,19	6,63	7,63

Das Mittel der K ist  $- 30,31$  für K.R. Die Örter des Sterns sind nun die unveränderten der Schumacherschen Hülftafeln, wegen Aberration verbessert. Mit diesen Elementen ergibt sich folgendes:

östliche Azimut von Kersel Heliotrop

1827. 29. Julius und 3. August	Satz I.	$337^{\circ} 37' 54,56$	$- 0,68 d\alpha$	$- 0,79 d\delta$	$- 0,49$
— 30. — — 7. —	— II.	54,79	$- 0,68 d\alpha$	$- 0,84 d\delta$	$- 0,36$
— 30. — —	— III.	54,00	$- 0,68 d\alpha$	$- 0,84 d\delta$	$- 1,15$
— 31. — —	— IV.	55,81	$- 0,73 d\alpha$	$- 0,54 d\delta$	$+ 0,66$
— 31. — —	— V.	55,14	$- 0,65 d\alpha$	$- 0,75 d\delta$	$- 0,01$
— 1. August	— VI.	56,59	$- 0,66 d\alpha$	$- 0,92 d\delta$	$+ 1,44$
Mittel $337^{\circ} 37' 55,15$ $- 0,68 d\alpha$ $- 0,78 d\delta$ .					

Das Heliotrop stand, nach Tagebuch Seite 315 nicht genau im Centro; die Reduction beträgt  $+ 0,88$ , die Reduction für den Stand des Instruments nach den Angaben Tagebuch Seite 312 ist  $- 1' 15,89$ . Hierdurch haben wir von Dorpat Thurmmitte aus das Azimut von Kersel Signalcentrum  $337^{\circ} 36' 40,14$ .

Die zwei Azimute vom Jahre 1824 und 1827 weichen um 2,"64 von einander ab. Nur ein Theil dieses Unterschiedes ist, wie wir unten sehen werden, aus den zufälligen Fehlern der Operation erklärlich, ein anderer Theil mag von der noch vorhandenen Unsicherheit im scheinbaren Orte des Polarsterns herrühren, der durch die Constanten der Aberration und der Nutation bedingt wird. Es war daher wünschenswerth, noch eine Bestimmung des Azimuts zu erhalten, bei welcher der Ort des Sterns fast gänzlich eliminirt wurde. Diese wurde von mir im August und September 1831 gemacht und ist im Nachtrag III zum Tagebuche, Seite 418 u. f., enthalten. Ein nahegelegenes Absehen ward mit dem Polarstern sowohl am Morgen als am Abend, also auf nahezu entgegengesetzten Orten des Parallels verglichen, und dessen Azimut durch den Winkelabstand in das von Kessel verändert.

Aus den, Tagebuch Seite 418, gegebenen Durchgängen der Fundamentalsterne finden sich für die Uhr von Kessels folgende Verbesserungen auf Sternzeit:

## Uhr correction.

1831	25. August	17 U. 28' K.	— 31,"16
29.	—	15 — 28 —	— 31,48
29.	—	5 — 47 —	— 31,56
30.	—	15 — 28 —	— 31,63
1.	Septbr.	4 — 27 —	— 32,52
3.	—	5 — 4 —	— 33,22
3.	—	5 — 47 —	— 33,30
4.	—	17 — 28 —	— 33,62
5.	—	17 — 28 —	— 34,49
18.	—	18 — 32 —	— 39,44.

Mit der mittleren täglichen Correction dieser trefflichen Uhr — 0,"344 lassen sich aus diesen Angaben die Verbesserungen der Uhr für die jedesmal nahegelegenen Momente der Polarsternbeobachtungen am Universalinstrument ableiten, die wir in nachfolgendem mit den übrigen Reductionselementen zusammenstellen:

1831	25. Aug.	27. Aug.	29. August.				30. Aug.
Satz.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Uhrverbesserung	— 31,"2	— 31,"3	— 31,"5	— 31,"5	— 31,"6	— 31,"6	— 31,"6
K	— 13,75	— 14,60	— 13,99	— 14,61	— 14,87	— 14,81	— 15,70
Neigungen der Achse	— 2,53	+ 4,31	+ 1,00	— 1,63	+ 0,87	+ 1,56	+ 1,44
α = 1 Uo	— 0,34	+ 1,34	+ 0,47	— 2,34	+ 3,94	— 1,41	+ 2,22
δ = 88° 24'	41,4	42,4	43,6	43,6	44,3	44,2	44,1
	21,49	22,04	22,64	22,62	23,07	23,09	22,97

1831	1. September		3. September		5. Sept.	18. Sept.
Satz.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	II.
Uhrverbesserung	— 32,5	— 32,5	— 33,3	— 33,3	— 34,5	— 39,4
K	— 16,77	— 15,5	— 17,66	— 16,96	— 16,77	— 15,06
Neigungen der	+ 3,59	— 0,12	+ 4,03	+ 0,37	— 1,62	+ 3,93
Achse	— 2,22	+ 3,94	— 3,53	+ 9,31	+ 4,44	— 1,62
$\alpha = 1 \text{ U. } 0'$	45,8	45,7	46,4	46,4	46,7	51,4
$\delta = 88^\circ 24'$	24,14	24,15	24,86	24,87	25,04	29 50

Die Örter des Sterns sind aus Enckes Ephemeride, verbessert wegen täglicher Aberration.

Nach Satz I, nach VI, nach XII war die Stellung der Fäden etwas geändert; daher die hier etwas verschiedenen Mittelwerthe von K, nemlich — 13,75, — 14,58, — 16,56 und — 15,06. Der Satz II ist gedoppelt vorhanden, weil er am 27. August unter nicht sehr günstigen Umständen beobachtet wurde. Fürs Endresultat ist aus beiden das Mittel genommen. Dieses wird nun:

östliches Azimut des Absehen bei Dorpat

			Diff. v. Mt.
25. August	Satz I. $15^\circ 29' 34,52$	— 0,36 $d\alpha$ — 1,65 $d\delta$	+ 1,10
27. — und 18. Sept.	— II.	$32,82$ — 0,36 $d\alpha$ — 1,61 $d\delta$	— 0,60
29. —	— III.	$31,40$ — 0,44 $d\alpha$ — 1,52 $d\delta$	— 2,02
— —	— IV.	$32,84$ — 0,36 $d\alpha$ — 1,65 $d\delta$	— 0,58
— —	— V.	$34,56$ + 0,36 $d\alpha$ + 1,75 $d\delta$	— 0,15
— —	— VI.	$34,10$ + 0,21 $d\alpha$ + 1,85 $d\delta$	— 0,61
30. —	— VII.	$34,61$ — 0,48 $d\alpha$ — 1,42 $d\delta$	+ 1,19
1. September	— VIII.	$34,50$ + 0,32 $d\alpha$ + 1,79 $d\delta$	— 0,21
— —	— IX.	$37,80$ + 0,19 $d\alpha$ + 1,86 $d\delta$	+ 3,09
3. —	— X.	$35,01$ + 0,09 $d\alpha$ + 1,89 $d\delta$	+ 0,30
— —	— XI.	$32,32$ — 0,08 $d\alpha$ + 1,88 $d\delta$	— 2,49
5. —	— XII.	$34,32$ — 0,41 $d\alpha$ — 1,58 $d\delta$	+ 0,90
Mittel		$15^\circ 29' 34,07$ — 0,11 $d\alpha$ + 0,11 $d\delta$ .	

Trennt man die Abend- und Morgenbeobachtungen, so erhält man fürs Azimut:

am Abend:  $15^\circ 29' 33,42$  — 0,40  $d\alpha$  — 1,62  $d\delta$

am Morgen:  $34,71$  + 0,18  $d\alpha$  + 1,84  $d\delta$

Hiermit + 1,29 + 0,58  $d\alpha$  + 3,46  $d\delta$  = 0;  $d\delta$  +  $\frac{1}{3} d\alpha$  = — 0,37.

Um das Azimut auf Kersel überzutragen wurde der Winkel zwischen Kersel und dem Absehen in 12 Sätzen gemessen. Die Reduction des in Kersel beobachteten neu aufgesetzten Balken auf das Centrum des Signals beträgt für die Ablesung

$b = -26,56$ . Hiermit haben wir vom Standpunct des Universalinstruments folgende Winkel zwischen

Kersel Signalcentrum und Absehen

Satz V.	$37^{\circ} 51' 36,73$	$- 0,67$
— VI.	37,63	$+ 0,23$
— I.	35,30	$- 2,10$
— II.	39,16	$+ 1,76$
— III.	37,89	$+ 0,49$
— VII.	37,33	$- 0,07$
— VIII.	38,68	$+ 1,28$
— IX.	35,06	$- 2,34$
— X.	37,79	$+ 0,39$
— XI.	37,63	$+ 0,23$
— XII.	36,76	$- 0,64$
— IV.	38,98	$+ 1,58$

Mittel  $37^{\circ} 51' 37,40$  mit dem w. F.  $0,252$ .

Der w. F. des Mittels ist aus den Abweichungen der einzelnen Werthe dieses Winkels vom Mittel abgeleitet, welche für eine Bestimmung im einzelnen Satze den w. F.  $= 0,87$  geben, der aus dem Complex der aller Horizontalmessungen nach I. 138 sich auf  $0,946$  beläuft, sehr nahe übereinstimmend.

Das Azimut von Kersel Signalcentrum vom Orte des Instruments aus wird nun

$$15^{\circ} 29' 34,07 - 37^{\circ} 51' 37,40 = 337^{\circ} 37' 56,67.$$

Da der Ort des Instruments genau derselbe war wie 1827, so haben wir für die Reduction aufs Centrum des Thurms wie oben  $- 1' 15,89$  und folglich unsere dritte Bestimmung des Azimuts der Linie Dorpat Sternwarte Thurmmittel nach Kersel Signalcentrum  $= 337^{\circ} 36' 40,78$ .

### ZUSAMMENSTELLUNG DER RESULTATE FÜR DIE AZIMUTE.

Bei allen unseren Azimutalbestimmungen ist das Instrument in jedem Satze in seinen beiden Lagen gebraucht worden, um die möglichen constanten Fehlerursachen zu eliminiren. Ist eine ungleiche Dicke der Zapfen des Instruments vorhanden, durch welche die eigentlich nivellirte Linie mit der Umdrehungsachse einen Winkel  $\mu$  macht, ist ferner der Winkel der Gesichtslinie mit der Umdrehungsachse nicht constant, sondern ändert er sich vom Horizont, wo er  $= G$  ist, bis zum Scheitelpunct, wo er  $G + \nu$  ist, dem Cosinus der Zenithdistanz proportionirt: so werden alle bei K.R. be-

stimmten Azimute die Correction  $+(\mu + \nu) : \sin z = + \xi : \sin z$ ; bei K.L. aber  $- \xi : \sin z$  bedürfen. Eine Vergleichung der in beiden Lagen erhaltenen Azimute besonders betrachtet, gibt also  $\xi$  zu erkennen. Man nenne R das mittlere in der einen Lage erhaltene Azimut und L das in der andern: so wird  $\xi = \frac{1}{2} (L - R) \cdot \sin z$ . Es findet sich aber:

in Dorpat 1824	$\frac{1}{2} (L - R) = + 1,22$	$z = 33^{\circ} 10'$	$\xi = + 0,67$
in Jacobstadt 1826	$= + 1,43$	54 57	$+ 0,82$
in Hochland 1826	$= + 2,16$	31 11	$+ 1,12$
in Dorpat 1827	$= + 1,15$	33 3	$+ 0,59$
in Dorpat 1831	$= + 3,05$	31 50	$+ 1,61$

Wir sehen dafs  $\xi$  beständig dasselbe Zeichen hat und von 1824 bis 1827 im Mittel  $+ 0,80$  betrug, wovon sich die einzelnen Bestimmungen um  $- 0,13$ ,  $+ 0,02$ ,  $+ 0,32$ ,  $- 0,21$  entfernen, so dafs wir einen Beweis hieraus entnehmen theils der Constanz des Instruments, theils der Präcision der mit ihm erhaltenen mittleren Resultate, in so ferne sie vom Instrumente allein abhängig sind. Offenbar ist die Sicherheit des jedesmaligen Azimuts nahezu dieselbe als die von  $\xi$ . Vor dem Jahre 1831 war das Prisma aus dem Instrument herausgenommen und gereinigt. Durch seine neue Befestigung und Berichtigung konnte  $\xi$  sich etwas ändern und so möchte der gröfsere Werth desselben 1831 vielleicht nicht blofs zufällig sein.

Vergleichen wir an jedem Orte die einzelnen zusammengehörigen Azimutbestimmungen mit dem Mittel, so wird sich die Genauigkeit eines einzelnen Satzes ergeben. Setzen wir das Quadrat des mittleren Fehlers eines Satzes = mm, so gibt uns:

Dorpat 1824	5 mm = 8,81
Jacobstadt 1826	5 mm = 5,12
Hochland 1826	4 mm = 7,05
Dorpat 1827	5 mm = 4,31
Dorpat 1831	10 mm = 24,50
Summe	29 mm = 49,79.

Hieraus ist mm = 1,7169; der m. F. eines Satzes =  $1'',310$ , der w. F. desselben =  $0'',884$ . Dieser w. F. ist also für eine Vergleichung zwischen einem irdischen Gegenstande und dem Polarstern sogar kleiner als in einem Satze zwischen zwei irdischen Gegenständen =  $0'',946$ , I. 138, weil jeder Azimutsatz ein gedoppelter ist für K.R. und K.L., während bei den blofs irdischen Messungen immer nur einseitige Sä-

tze gemacht sind. Der w. F. eines Azimuts aus 6 Sätzen ist daher  $0'',361$  und für eins aus 12 Sätzen  $= 0'',255$ , in so ferne dies nur vom Instrumente abhängig ist.

Indefs erfreuen sich unsere Azimute dieser Praecision nicht, weil der Fehler der Tafeln für den Ort des Polarstern selbst einigen Einfluss hat. Sehen wir die I. 100 gegebenen Werthe  $d\alpha = 0'',6$  und  $d\delta = 0'',4$  als die wahrscheinlichen Fehler der Ephemeride an, welche Werthe wohl etwas zu groß sein mögen: so wird für ein auf  $p$  Sätzen beruhendes Azimut  $a + m'.d\alpha + n.d\delta$  der w. F. sich ausdrücken durch

$$w = \sqrt{(0,884^2 : p + 0,36 m'^2 + 0,16 n^2)}.$$

Ist dies Azimut durch einen terrestrischen Winkel übertragen worden, dessen wahrscheinliche Fehler  $= f$  ist, so wird:

$$w = \sqrt{(0,7815 : p + 0,36 m'^2 + 0,16 n^2 + f^2)}.$$

Für unser in Hochland auf die Richtung nach Halljall übertragenes Azimut ist  $f = 0'',384$  nach I. 138; für das Azimut in Dorpat 1831 ist  $f = 0'',252$  nach I. 328. Somit erhalten wir als Endwerthe:

1826. von Jacobstadt Endpunct aus Azimut von

Daborskalns Centrum

$312^{\circ} 22' 2'',77$  mit w. F.  $= 0,612$

1826. von Mäggi-Pälus E aus Azimut von

Halljall Centrum

$209^{\circ} 9' 17,42$  mit w. F.  $= 0,564$

Für das Azimut von Kersel Centrum von Dorpat Sternwarte, Mitte des Thurms, aus haben wir 3 Bestimmungen:

1824.  $337^{\circ} 36' 37'',50$  mit w. F.  $= 0,600$  Gewicht  $= 2,780$

1827. — —  $40,14$  — — —  $= 0,603$  — —  $= 2,747$

1831. — —  $40,78$  — — —  $= 0,367$  — —  $= 7,440$

Mittel mit Rücksicht auf die Gew.  $337^{\circ} 36' 39,94$  — — —  $= 0,278$ .

Wenn hier die einzelnen Bestimmungen stärker vom Mittel abweichen als die w. F. es vermuthen ließen; so muß man beachten daß die wirklichen Fehler eben so gut größer sein können als kleiner den die wahrscheinlichen. Eine sehr willkommene Bestätigung unseres Dorpater Azimuts gewährt uns daher der II. 69—71 beobachtete Winkel zwischen Kersel Signalcentrum und dem Meridianzeichen des Reichenbachschen Kreises von dem Puncte A, Taf. II. Fig. 12, aus gemessen. Die 8 unmit-

telbaren Bestimmungen dieses Winkels sind mit Rücksicht auf die Correction  $s = + 0'',16$  für die Ablesung von Kersel Signalbalken nach I. 130:

22° 17' 37",80	+ 0",73
35,90	— 1,17
38,85	+ 1,78
35,95	— 1,12
36,84	— 0,23
38,34	+ 1,27
35,82	— 1,25
37,04	— 0,03

Mittel 22° 17' 37",07 mit w. F. = 0",277.

Wenn wir Z den Ort des Meridianzeichen nennen, so macht der Meridian von A mit AZ einen Winkel von MZA — 0",36 — a, wo a das östliche Azimut des Meridianzeichen ist. Für MZA findet sich aus den Angaben des Tagebuchs 5' 57",31; und folglich von A aus der Winkel zwischen der Linie nach Kersel und dem Meridiane:

$$22^{\circ} 17' 37'',07 + 5' 57'',31 - 0'',36 - a = 22^{\circ} 23' 34'',02 - a.$$

Aber C ist das Centrum des Thurms, und die Reduction hierauf beträgt — 3",69 für den Winkel. Somit findet sich Azimut von Kersel Centrum von C aus:

$$22^{\circ} 23' 30'',33 - a \text{ westlich} = 337^{\circ} 36' 29'',67 + a \text{ östlich.}$$

Das Meridianzeichen ist auf einer Holztafel, die an einen etwa 20 Fufs hohen starken Balken befestigt ist um genugsam hervorzufragen über zwischenliegende Gebäude. Daher muß es kleinen Veränderungen unterworfen sein, welche sich in den fortlaufenden Bestimmungen des Azimuts desselben während des Jahres deutlich aussprechen. Man muß daher das gleichzeitig bestimmte Azimut des Zeichen brauchen. Aus dem Complex aller Bestimmungen in Obs. Dorp. Vol. V. pag. VII. im Monate Junius 1824 findet sich  $a = + 10'',07$ , \*) und hiermit das Azimut von Kersel:

$$\text{durchs Meridianzeichen} = 337^{\circ} 36' 39'',74.$$

welches mit dem obigen durch den Polarstern auf 0",20 übereinstimmt. Das Mittel beider ist 337° 36' 39",84.

Da bei der Berechnung der Polarcoordinaten von Dorpat aus, Seite 149, ein um

\*) Im Tagebuch Seite 70 ist für a der Werth + 8",88 gegeben, der mittlere beider Jahre 1823 und 1824. Der durfte aber hier nicht gebraucht werden.

2'',44 zu kleines Azimut zum Grund gelegt ist: so müssen alle Azimute der Tafel Seite 150 um 2'',44 vermehrt werden, so wie auch das I. 160 gegebene Azimut des Zelts I. in Hochland.

#### VERGLEICHUNG DER AN DEN DREI PUNCTEN BEOBACHTETEN AZIMUTE.

Der von Dorpat nach Mäggi-Pälüs E gezogene Bogen hat in Dorpat ein Azimut  $A = 4^{\circ} 12' 38'',44$ , siehe Seite 150. Bei der Berechnung, die den Angaben Seite 150 zum Grunde liegt, findet sich der Winkel auf Mäggi-Pälüs E zwischen den beiden Bogen nach Dorpat und Halljall  $24^{\circ} 43' 49'',05$ .

Die Beobachtung gab in Mäggi-Pälüs das Azimut von Halljall  $= 209^{\circ} 9' 17'',42$   
der obige Winkel  $24\ 43\ 49,05$

gibt Azimut von Dorpat B  $= 184\ 25\ 28,57$ .

Nennen wir  $f$  und  $\phi$  die Polhöhen der beiden Endpunkte des irdischen Bogen, und A und B die beiden Azimute desselben; so ist  $\sin B = - \frac{\sin A \cos f}{\cos \phi}$ . Berechnet man hierdurch mit  $f$  für Dorpat  $= 58^{\circ} 22' 47'',28$  (I. 312) und  $\phi$  für Mäggi-Pälüs E  $= 60^{\circ} 4' 29'',09$  (I. 323) das Azimut auf Mäggi-Pälüs aus dem in Dorpat: so findet sich  $184^{\circ} 25' 32'',24$ , um  $+ 3'',87$  von dem in Hochland aus der Beobachtung folgenden verschieden.

Der von Dorpat nach Jacobstadt Endpunkt gezogene Bogen hat in Dorpat das Azimut  $A = 194^{\circ} 17' 39'',68$  nach Seite 150. In Jacobstadt macht er mit der Linie nach Daborskalns den Winkel  $61^{\circ} 11' 55'',52$ .

Die Beobachtung gibt in Jacobstadt das Azimut von Daborskalns  $312^{\circ} 22' 2'',77$   
hierzu der obige Winkel  $61\ 11\ 55,52$

gibt Azimut von Dorpat B  $= 13\ 33\ 58,29$ .

Mit  $\phi$  für Jacobstadt  $= 56^{\circ} 30' 4'',56$  (I. 312) findet sich aus dem in Dorpat bestimmten Azimut das für Jacobstadt  $13^{\circ} 33' 52'',66$ , um  $- 5'',63$  von dem aus der Beobachtung folgenden verschieden.

Jedes der drei Azimute ist mit seinem Beobachtungsfehler behaftet. Außerdem ist es aber keinem Zweifel unterworfen, daß die Ablenkungen des Lothes ebenso wohl in jeder andern beliebigen Richtung als in der des Meridians stattfinden können. Wenn daher Schmidt in der trefflichen Untersuchung über die Figur der Erde in seiner mathematischen Geographie Th. I. Seite 162 u. f. und Astron. Nachr. Nr. 209 den mittleren Fehler einer Bestimmung der Polhöhe  $= 2'',993$ , sowohl von den Beobachtungsfehlern als den Ablenkungen des Lothes herrührend, bestimmt hat: so würde sich wenn der mittlere Fehler aus der Beobachtung hervorgehend  $= m$  be-



kannt wäre, der aus der Ablenkung durch  $\mu = \sqrt{(2,993^2 - m^2)}$  folgern lassen. Gewiß nehmen wir  $\mu$  nicht zu groß an wenn wir es  $= m$  setzen, indem die vollkommensten neuesten Bestimmungen, wo  $m$  sehr klein sein muß, nicht erheblich geringere Abweichungen darbieten als die früheren; und somit wäre  $\mu = 2'',993 : \sqrt{2} = 2'',116$  ein genäherter Werth der mittleren Ablenkung des Lothes auf der Erdoberfläche. Der mittlere Fehler jedes beobachteten Azimuts aus dieser Quelle wird nun  $2'',116 \cdot \sec \varphi$ , oder für  $J. = 3'',835$ , für  $D. = 4'',030$ , für  $H. = 4'',242$ , oder wie w. F.  $= 2'',59, 2'',72, 2'',86$ . Combiniren wir diese mit den w. F. der Beobachtungen  $0'',61, 0'',28, 0'',56$ : so erhalten wir als w. F. unserer Azimute aus beiden Rücksichten die Werthe  $\sqrt{(2,59^2 + 0,61^2)}$  u. s. w.  $= 2'',66, 2'',74, 2'',91$ .

Das durch Rechnung von Dorpat nach jedem der beiden Endpunkte übertragene Azimut ist nun aber noch behaftet mit der Summe der Fehler der bezüglichen Winkel in den zwischenliegenden Dreiecken. Für die Berechnung der Dreiecke sind die so compensirten Winkel zum Grunde gelegt, daß die Summe je dreier in jedem Dreiecke für sich betrachtet durch gleichmäßige Vertheilung  $= 180^\circ + \text{Excess}$  ward. Diese Compensation ist eigentlich nur dann die streng genommen richtige, wenn jeder Winkel einzeln bearbeitet ist, nicht aber wenn alle Winkel um einen Punkt zwischen je zwei beliebigen Richtungen nach der von mir befolgten Beobachtungsmethode mit gleicher Sicherheit bestimmt wurden, weil sie den Summen der Winkel eine geringere Sicherheit zumißt. Bei der Kleinheit der in unserer Winkelmessung stattfindenden Fehler möchte aber diese einfachste Compensation nur sehr wenig von der strengen verschieden ausfallen. Sie gewährt die Bequemlichkeit sogleich die Genauigkeit der verbesserten Winkel bestimmen zu können. Setzen wir nemlich die Gleichungen:

$x - a = 0; y - b = 0; z - c = 0$ , jede mit dem Gewichte 1,  
 und  $x + y + z - A = 0$  — — — — —  $\mu$   
 als gegeben: so führt die Operation der kleinsten Quadrate zu den 3 Endgleichungen:

$$\begin{aligned}
 X &= (\mu + 1) x + \mu y + \mu z - \mu A - a = 0 \\
 Y &= \mu x + (\mu + 1) y + \mu z - \mu A - b = 0 \\
 Z &= \mu x + \mu y + (\mu + 1) z - \mu A - c = 0
 \end{aligned}$$

Die Elimination führt für  $z$  auf:

$$\begin{aligned}
 (2\mu^2 + 3\mu + 1)Z + \mu X + \mu Y &= (3\mu^2 + 4\mu + 1)z - (\mu^2 + \mu)(A - a - b) - (2\mu^2 + 3\mu + 1)c = 0; \\
 z &= \frac{\mu^2 + \mu}{3\mu^2 + 4\mu + 1}(A - a - b) + \frac{2\mu^2 + 3\mu + 1}{3\mu^2 + 4\mu + 1}c, \text{ mit dem Gewichte } g = \frac{3\mu^2 + 4\mu + 1}{2\mu^2 + 3\mu + 1}.
 \end{aligned}$$

Setzen wir nun  $\mu = \infty$ , weil die letzte der 4 Gleichungen absolut genau ist, so findet sich:

$$z = \frac{1}{3}A - \frac{1}{3}a - \frac{1}{3}b + \frac{2}{3}c = c + \frac{1}{3}(A - a - b - c) \text{ mit dem Gewichte } g = \frac{1}{3}.$$

Ist  $A = a + b + c + k$ , wo  $k$  der Fehler der Summe der 3 Winkel im Dreiecke, so wird  $z = c + \frac{1}{3}k$ , welches die Regel der Compensation der Winkel im Dreiecke ist, aber das Gewicht jedes compensirten Winkels wird  $\frac{2}{3}$  des Gewichts jedes beobachteten Winkels sein. \*) In L. 137 und 138 ist der w. F. eines beobachteten Winkels  $0'',425$  und  $0'',384$  gegeben. Nehmen wir im Mittel  $0'',404$  an, so wird der w. F. eines compensirten Winkels  $0'',404 : \sqrt{\frac{2}{3}} = 0'',330$ . Die Übertragung des Azimuts von Dorpat nach Jacobstadt geschieht durch 19, die nach Hochland durch 12 Dreiecke, woraus in derselben die w. F.  $0'',330$ .  $\sqrt{19} = 4,36$  und  $0'',330$ .  $\sqrt{12} = 3,46$  werden. Hiermit ergeben sich nun die wahrscheinlichen Unterschiede der übertragenen Azimute von den beobachteten für Jacobstadt  $= \sqrt{(2,74^2 + 1,44^2 + 2,66^2)} = 4'',08$ , für Hochland  $= \sqrt{(2,74^2 + 1,14^2 + 2,91^2)} = 4'',25$ ; oder deren mittleren Werthe  $= 6'',05$  und  $6'',30$ . Die direct erhaltenen Unterschiede sind  $- 5'',63$  und  $+ 3'',87$ . Die Azimute stimmen also noch etwas genauer, als zu erwarten war, und das Dorpater Azimut hält nahe das Mittel zwischen den beiden übrigen.

\*) Es läßt sich leicht zeigen dafs, wenn die Compensation nicht im Dreiecke sondern im Vielecke von  $n$  Seiten geschehen wäre, für den compensirten Winkel  $c + \frac{1}{n}k$  das Gewicht  $\frac{n}{n-1}$  wird.

---

## BESTIMMUNG DES ABSTANDES DER PARALLELEN VON JACOBSTADT, DORPAT UND HOCHLAND.

Zur Bestimmung des Abstandes der Parallelen aus der geodätischen Entfernung und den Azimuten bediente ich mich folgendes Verfahren.

Es sei  $f$  die Polhöhe des einen Punctes,  $\phi$  die des andern. Das am ersten bestimmte Azimut des zwischenliegenden Bogen sei  $= A$ , das am letzten  $B$ ; die Länge des Bogen  $= D$  Toisen  $= D: R. \sin 1'' = d''$  in Bogentheilen, wenn  $R$  der Krümmungshalbmesser des Bogen in Toisen ist. Nun ist:

$$\sin \phi = \cos A. \cos f. \sin d + \sin f. \cos d;$$

$$\sin \phi - \sin f = 2 \sin \frac{1}{2}(\phi - f). \cos \frac{1}{2}(\phi + f) = \cos A. \cos f. \sin d - 2 \sin f. \sin \frac{1}{2} d^2.$$

Man mache  $\frac{1}{2}(\phi + f) = g$ ,  $\frac{1}{2}(\phi - f) = h$ ;  $\frac{1}{2} d = \delta$ : so wird  $f = g - h$  und

$$\cos g. \sin h = \cos A \cos (g - h). \sin \delta. \cos \delta - \sin (g - h) \sin \delta^2,$$

woraus durch leichte Umformung:

$$\tan h = \frac{\cos A. \tan \delta - \tan g. \tan \delta^2}{1 - \cos A. \tan g. \tan \delta}.$$

Entwickelt man dies in eine Reihe bis zu den vierten Potenzen von  $\tan \delta$ , so wird  $\tan h = \cos A. \tan \delta - \sin A^2. \tan g. \tan \delta^2 - \cos A. \sin A^2. \tan g^2. \tan \delta^3 - \cos A^2. \sin A^2. \tan g^2. \tan \delta^4 \dots$  woraus, wenn man  $\tan h = h \sin 1'' + \frac{1}{3} h^3 \sin^3 1''$  und  $\tan \delta = \delta \sin 1'' + \frac{1}{3} \delta^3 \sin^3 1''$  setzt, bis zu den vierten Potenzen von  $h$  und  $\delta$  inclusive richtig sich findet:

$$h = \cos A. \delta - \sin A^2. \tan g. \sin 1''. \delta^2 - \cos A. \sin A^2. (\tan g^2 - \frac{1}{3}) \sin^2 1''. \delta^3 \\ - \sin A^2. \tan g. (\frac{2}{3} + \cos A^2 (\tan g^2 - 1)) \sin^3 1''. \delta^4 \dots$$

Ist nun  $U$  der Abstand der Parallelen in Toisen, so ist da  $h = \frac{1}{2} U: R \sin 1''$ , und da  $\delta = \frac{1}{2} D: R \sin 1''$ , durch Substitution dieser Werthe:

$$U = \cos A. D - \frac{\sin A^2. \tan g. D^2}{2 R} - \frac{\cos A. \sin A^2. (\tan g^2 - \frac{1}{3}) D^3}{4 R^2} \\ - \frac{\sin A^2. \tan g. (\frac{2}{3} + \cos A^2. (\tan g^2 - 1)) D^4}{8 R^3} \dots$$

Diese Reihe enthält die mittlere Polhöhe  $g$  und das eine Azimut  $A$ . Nimmt man statt  $A$  allenthalben  $B$  so ergibt sich der Abstand der beiden Parallelen mit dem andern Azimute, zwischen welchen beiden Bestimmungen das Mittel genommen werden kann. Für dem Krümmungshalbmesser nimmt man den des Meridians für die Mitte zwischen den beiden Polhöhen, der sich aus einem genäherten Werthe von  $U$  und dem Unterschiede der Polhöhen unabhängig von einer Annahme über die Figur der Erde ergibt. Nach dem in Schumacher's Astr. Nachr. gegebenen vorläufigen Darstellung der Resultate unserer Messung ist der Werth eines Breiten Grades:

zwischen Jacobstadt und Dorpat = 57108,8 Toisen, folglich  $\text{Log. R} = 6,5148257$   
 — Dorpat und Hochland = 57165,5 — — — = 6,5152566.

BERECHNUNG DES ABSTANDS DER PARALLELEN VON DORPAT STERN-  
 WARTE THURMMITTE UND JACOBSTADT ENDPUNCT.

$\text{Log D} = 5,0434760647$ ,  $A = 194^{\circ} 17' 39,68$ ,  $B = 133^{\circ} 58', 29$ , nach I. 150 und 332;  
 $\text{Log R} = 6,5148257$ ;  $f = 58 22 47,28$ ,  $\phi = 56 30 4,56$ , nach I. 312;  
 $g = 57 26 25,92$ .

Bezeichnen wir in der Reihe für  $U$  die Glieder mit I., II., III., IV. so findet sich:

mit dem Azimute A.	mit dem Azimute B.
I. = — 107106,985 Toisen	I. = + 107445,151 Toisen
II. = — 178,254 —	II. = — 160,862 —
III. = + 3,948 —	III. = — 3,574 —
IV. = — 0,103 —	IV. = — 0,094 —
<u>U = — 107281,394 —</u>	<u>U = + 107280,621 —</u>

Das Mittel ist  $U = 107281,007$  Toisen. Der Unterschied von 0,773 Toisen rührt davon her, daß die beiden Azimute  $A$  und  $B$  nicht compensirt sind. Nach Seite 332 ist ihr Unterschied  $5'',63$ . Vermehrt man  $A$  um  $2'',815$  und vermindert man  $B$  um ebensoviel, so erhält man für  $U$  die beiden Änderungen + 0,390 Toise und + 0,371. Die beiden Werthe für  $U$  werden dann:

$U = 107281,004$  und  $107280,992$  Toisen, auf 0,012 identisch.

BERECHNUNG DES ABSTANDS DER PARALLELEN VON DORPAT STERN-  
 WARTE THURMMITTE UND MÄGGI-PÄLÜS PUNCT E.

$\text{Log D} = 4,9875241648$ ,  $A = 4^{\circ} 12' 38,44$ ,  $B = 184^{\circ} 25' 28,37$ , nach I. 150 und 332;  
 $\text{Log R} = 6,5152566$ ;  $f = 58 22 47,28$ ,  $\phi = 60 4 29,09$ , nach I. 332;  
 $g = 59 13 38,19$ .

Aus A wird	aus B wird
I. = + 96905,926 Toisen	I. = - 96878,620 Toisen
II. = - 13,049 —	II. = - 14,405 —
III. = - 0,286 —	III. = + 0,315 —
IV. = - 0,007 —	IV. = - 0,008 —
<u>U = + 96892,584 —</u>	<u>U = - 96892,718 —</u>

Das Mittel ist von Dorpat an gerechnet  $U = + 96892,651$  Toisen. Nach I. 332 ist der Unterschied der beiden Azimute 3,"87; verändert man A und B um  $- 1,"935$  und  $+ 1,"935$ , so werden die Veränderungen von  $U = + 0,066$  und  $+ 0,070$ , und man erhält die beiden Werthe:

$U = 96892,650$  und  $U = 96892,648$  Toisen, auf 0,002 identisch.

#### BERECHNUNG DES ABSTANDES DER PARALLELEN VON MÄGGI-PÄLÜS E UND DER ZELTMITTE DES PASSAGENINSTRUMENTS = Z.

Aus den Coordinaten, Seite 159, findet sich dieser Abstand wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{I.} &= 645,913 \text{ Toisen} \\ \text{II.} &= - 0,017 \text{ —} \\ \hline \text{U} &= 645,896 \text{ —} \end{aligned}$$

Dieses U zu dem zwischen Dorpat und Mäggi-Pälüs E gefügt gibt den Abstand der Parallelen von Dorpat und Hochland Zeltmitte = Z.

Wenn man nur das Hauptglied der Reihe für U betrachtet, so wird  $dU = -\sin A \cdot D \cdot \sin 1'' \cdot dA$ , wo dA der Fehler des Azimuts in Bogensecunden. Es läßt sich also die aus den Azimuten hervorgehende Unsicherheit unserer Abstände leicht entwickeln. Der Azimute w. F. ist nemlich mit Rücksicht auf die Ablenkung des Lothes oben näherungsweise = 2,"66, 2,"74 und 2,"91 gefunden. Hiermit ergibt sich:

$$\begin{aligned} &\text{für den Abstand J—D, aus A mit } dA = 2,"74, dU = 0,363 \text{ Toise} \\ &\quad \text{aus B mit } dB = 2,66, dU = 0,334 \text{ —} \\ &\quad \text{fürs Mittel } dU = \frac{1}{2}\sqrt{(0,363^2 + 0,334^2)} = 0,246 \text{ —} \\ &\text{für den Abstand H—D, aus A mit } dA = 2,"74, dU = 0,092 \text{ Toise} \\ &\quad \text{aus B mit } dB = 2,91, dU = 0,106 \text{ —} \\ &\quad \text{fürs Mittel } dU = \frac{1}{2}\sqrt{(0,092^2 + 0,106^2)} = 0,070 \text{ —} \end{aligned}$$

Für den Abstand der Parallelen von Hochland und Jacobstadt, oder für H — J wird der w. F. also  $dU = \frac{1}{2}\sqrt{(0,363 + 0,092)^2 + 0,334^2 + 0,106^2} = 0,287$  Toise.

## ENDWERTHE DER GANZEN MESSUNG.

### P O L H Ö H E N.

Jacobstadt Endpunct = J . . . . .	56° 30'	4,562
Dorpat Sternwarte Thurmmitte = D . . . .	58 22	47,280
Hochland Passageninstrument (Zelt I.) = H	60 5	9,771

### A M P L I T U D E N.

D—J =	1° 52' 42,718	mit dem w. F. =	0,112
H—D =	1 42 22,491	— — — — =	0,118
H—J =	3 35 5,209	— — — — =	0,121

### A B S T A N D   D E R   P A R A L L E L E N.

D—J =	107281,007 Toisen	mit dem w. F. =	0,834 Toise
H—D =	97538,547 ———	— — — — =	0,478 ———
H—J =	204819,554 ———	— — — — =	1,146 ———

Die Bestimmung der wahrscheinlichen Fehler in den Abständen der Parallelen U beruht auf folgenden Betrachtungen. Es ist offenbar U eine Function einer Menge durch die Beobachtung unmittelbar gegebener, von einander unabhängiger Größen,  $z, y, x, w \dots$ . Sind daher die w. F. dieser letzten  $\zeta, \eta, \xi, \nu \dots$ , so muß der w. F. von U, den wir mit F bezeichnen, sich ausdrücken durch:

$$F = \left( \left( \frac{dU}{dz} \zeta \right)^2 + \left( \frac{dU}{dy} \eta \right)^2 + \left( \frac{dU}{dx} \xi \right)^2 + \left( \frac{dU}{dw} \nu \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Trotz der verwickelten Form von U läßt sich glücklicher Weise in unserm Falle die Auffindung von F sehr vereinfachen.

Da im ebenen Dreiecke  $a = c \cdot \frac{\sin A}{\sin C}$ , so ergibt sich aus dem in Secunden ausgedrückten w. F. jedes Winkels  $= f$ , für die gesuchte Seite der w. F.  $da = \frac{\cos A \cdot c \cdot f \cdot \sin 1''}{\sin C \cdot \cos \psi}$ , wo  $\tan \psi = \tan A \cdot \cotang C$ . Wenn in der gegebenen Seite  $= c$  schon der w. F.  $= dc$  vorhanden war, so ist aus dieser Ursache  $d'a = \frac{\sin A}{\sin C} \cdot dc = \frac{a}{c} \cdot dc$ . Aus beiden Ursachen wird  $\Delta a = \sqrt{(da^2 + d'a^2)}$ . Gehen wir so von einem Dreiecke zum andern fort, so erhalten wir die w. F. aller Seiten, die so lange, als der Fortgang ununterbrochen ist, als in einerlei Sinne liegend zu betrachten sind. Wenn wir, unter Annahme des w. F. jedes compensirten Winkels  $= 0,330$ , nach Seite 334, dies auf unsere Reihe der Hauptdreiecke anwenden, indem wir von der ersten aus der Basis geschlossenen Hauptseite Ebbafer — Tammik ausgehen und diese als fehlerfrei voraussetzen: so ergeben sich folgende:

wahrscheinlichen Fehler der Hauptdreieckseiten  $= \Delta a$  aus der Winkelmessung in den Hauptdreiecken hervorgehend:

Nördlich von Ebbafer — Tammik.					Südlich von Ebbafer — Tammik.				
Dreieck.	Name der Seite.	$\Delta a$ in Toisen.	Name der Seite.	$\Delta a$ in Toisen.	Dreieck.	Name der Seite.	$\Delta a$ in Toisen.	Name der Seite.	$\Delta a$ in Toisen.
4	ER	0,0147	TR	0,0132	18	A'A <sup>2</sup>	0,0833	AA <sup>2</sup>	0,0651
5	RL	0,0258	EL	0,0338	19	A <sup>2</sup> H	0,0668	A'H	0,0497
6	LW	0,0385	RW	0,0469	20	HL	0,0701	A <sup>2</sup> L	0,0292
7	WH	0,0536	LH	0,0478	21	LH'	0,0590	HH'	0,0419
8	HH'	0,0589	WH'	0,0385	22	LM	0,1079	H'M	0,0999
9	HM	0,3087	H'M	0,2838	23	MO	0,1054	LO	0,1755
Südlich von Ebbafer — Tammik.					24	OP	0,1466	MP	0,0839
10	EM	0,0165	TM	0,0165	25	PK	0,1352	OK	0,1066
11	MS	0,0225	ES	0,0227	26	KR	0,1380	PR	0,1126
12	SO	0,0703	MO	0,0638	27	RN	0,0927	KN	0,1805
13	OK	0,0593	SK	0,0607	28	NE	0,1556	RE	0,1429
14	OA	0,1044	KA	0,0951	29	EG	0,1328	NG	0,0744
15	AD	0,0592	KD	0,0782	30	GS	0,0840	ES	0,1125
16	AH	0,0880	OH	0,0962	31	GD	0,1568	SD	0,1270
17	AA'	0,0916	HA'	0,0491	32	DK	0,0659	GK	0,1782
					33	KI	0,0144	DI	0,0699

Brauchen wir dasselbe Verfahren bei den Dreiecken an der Grundlinie, in Tafel I, Fig. B, die Grundlinie als richtig vorausgesetzt, so ergibt sich der w. F. für die Seite Woibifer — Tammik  $= 0,0090$ , für Woibifer — Rakke  $= 0,0148$ , und für Woibifer — Ebbafer  $= 0,0174$  Toise; aus dem ersten und dritten nebst dem w. F. des eingeschlossenen Winkels Tammik Woibifer Ebbafer  $= 0,330$  folgt der w. F. von Ebbafer — Tammik  $= 0,0182$  Toise  $= \frac{1}{401000}$  der Länge.

Wenn nemlich aus zwei Seiten  $b$  und  $c$  eines ebenen Dreiecks und dem Winkel  $A$  die dritte Seite  $a$  gesucht wird, so ist deren w. F.:

$$da = \sqrt{(b - c \cos A)^2 \cdot db^2 + (c - b \cos A)^2 \cdot dc^2 + (b \cdot c \sin A \sin 1'' \cdot dA)^2}.$$

Nehme ich nun nach Tagebuch, Seite 416, den w. F. der Basismessung selbst  $= \frac{1}{358800}$  der Länge an, so wird aus beiderlei Ursachen der w. F. der ersten Hauptdreieckseite Ebbafer — Tammik  $= \sqrt{(\frac{1}{401000})^2 + (\frac{1}{358800})^2} = \frac{1}{338800}$  der Länge. Jede nachfolgende Seite hat aus dieser Quelle einen solchen ihrer Länge proportionirten w. F., so daß wir für jede Seite  $a$  irgend eines Dreiecks den aus allen Ursachen hervorgehenden wahrscheinlichen Fehler  $\Delta'a = \sqrt{((\frac{1}{338800} a)^2 + \Delta a^2)}$  haben, wo  $\Delta a$  aus der obigen Tafel zu nehmen ist.

Für die Berechnung des Einflusses der Fehler der Seiten auf den Abstand der Parallelen können wir den sphärischen Excefs vernachlässigen, d. h. die ganze Messung als in einer Ebene liegend ansehen. Wenn also  $\alpha$  den Winkel einer beliebigen Dreieckseite mit dem Meridiane von Dorpat bedeutet, so wird der Einfluß des auf der Winkelmessung der Hauptdreiecke beruhenden Fehlers derselben auf den Abstand der Parallelen sein  $= \cos \alpha \cdot \Delta a$ . Denken wir uns daher die Endpunkte eines Bogen durch die eine oder andere Reihe der äußern nicht zweien Dreiecken gemeinschaftlichen Seiten  $a$  verbunden, so muß der Gesamteinfluß aller  $\cos \alpha \cdot \Delta a$  ausgemittelt werden. So lange die  $a$  nach einer Seite der ersten Hauptdreieckseite hin liegen, müssen die  $\Delta a$  als in einem Sinne wirkend angesehen werden. Ich nenne daher  $\Sigma'$  ( $\Delta a \cdot \cos \alpha$ ) die Summe der nördlich von Ebbafer — Tammik liegenden Fehlereinflüsse, und  $\Sigma''$  ( $\Delta a \cdot \cos \alpha$ ) die der südlichen; und erhalte dann den Gesamtbetrag des w. F. für den Abstand der Parallelen aus den Fehlern der Länge der Dreieckseiten entstanden:

$$d'U = \sqrt{(\frac{1}{338800} U)^2 + (\Sigma'(\Delta a \cdot \cos \alpha))^2 + (\Sigma''(\Delta a \cdot \cos \alpha))^2}.$$

Mäggi-Pälüs und Jacobstadt können wir entweder durch die über Halljall fortlaufenden äußern Dreieckseiten in der Folge I., oder in der Folge II. über Hohenkreutz verbunden denken. Wir finden:

	in der Folge I.	in der Folge II.
$\frac{1}{338800} U =$	0,5693 Toise	0,5693 Toise
$\Sigma'(\Delta a \cdot \cos \alpha) =$	0,3510 —	0,3632 —
$\Sigma''(\Delta a \cdot \cos \alpha) =$	0,8765 —	0,8733 —
Hieraus $d'U =$	1,1025 —	1,1039 —

Die Übereinstimmung der beiden Werthe, deren Mittel 1,1032 Toise, zeigt daß es gleichgültig ist durch welche Folge wir gehen.



Für den Abstand der Parallelen von Mäggi-Pälüs und Dorpat gibt die Folge I.:

$$\begin{aligned}\frac{1}{358800} U &= 0,2702 \text{ Toise} \\ \Sigma' (\Delta a. \cos \alpha) &= 0,3510 \text{ —} \\ \Sigma'' (\Delta a. \cos \alpha) &= 0,1521 \text{ —} \\ \text{Hieraus } d'U &= 0,4676 \text{ —}\end{aligned}$$

Dieselbe Folge gibt zwischen Dorpat und Jacobstadt:

$$\begin{aligned}\frac{1}{358800} U &= 0,2991 \text{ Toise} \\ \Sigma'' (\Delta a \cos \alpha) &= 0,7313 \text{ —} \\ \text{Hieraus } d'U &= 0,7901 \text{ —}\end{aligned}$$

Die so gefundenen  $d'U$  sind noch nicht die Endwerthe der w. F. der  $U$ , weil noch zwei Ursachen in ihrer Wirkung zu betrachten sind. Durch die Winkelmessung wird nemlich nicht nur der Werth der Seiten unsicher, sondern auch die Richtung jeder Seite gegen den als Abcissenlinie angesehenen Meridian. Gehen wir daher z. B. zwischen D. und H. von D. aus, so ist mit Beseitigung des Fehlers im beobachteten Azimut

$$\begin{array}{llll} \text{für die Richtung Dorpat — Kersel} & \text{der w. F. } d\alpha = 0'' \\ \text{— — — — Kersel — Sall} & \text{— — — — } = 0,330. \sqrt{3} \\ \text{— — — — Sall — Ebbafer} & \text{— — — — } = 0,330. \sqrt{6} \\ \text{— — — — Ebbafer — Lewala} & \text{— — — — } = 0,330. \sqrt{10} \end{array}$$

u. s. w.

Alle diese w. F. müssen als in einem Sinne wirkend angesehen werden. Der Einfluß jedes ist für den Abstand der Parallelen  $= a. \sin \alpha. d\alpha. \sin 1''$ , woraus

$$d''U = \Sigma (a. \sin \alpha. d\alpha. \sin 1'')$$

Da ich für das nördliche  $U$  sowohl von dem in Dorpat als von dem in Hochland bestimmten Azimute ausgegangen bin, und ebenso für das südliche  $U$  von dem in Dorpat und in Jacobstadt, und dann das Mittel nahm: so findet sich

für H — D.

$$\begin{aligned}\text{mit dem Azimute in Dorpat } A, d''U &= 0,1065 \text{ Toise} \\ \text{— — — — — Hochland } B, d''U &= 0,1326 \text{ —} \\ \text{fürs Mittel } d''U &= \frac{1}{2} \sqrt{(0,1065^2 + 0,1326^2)} = 0,0663 \text{ —}\end{aligned}$$

für D — J.

$$\begin{aligned}\text{mit dem Azimute in Dorpat } A, d''U &= 0,1561 \text{ Toise} \\ \text{— — — — — Jacobstadt } B, d''U &= 0,1231 \text{ —} \\ \text{fürs Mittel } d''U &= \frac{1}{2} \sqrt{(0,1561^2 + 0,1231^2)} = 0,0994 \text{ —}\end{aligned}$$

Hieraus für H — J.

$$d''U = \sqrt{(0,0663^2 + 0,0994^2)} = 0,1195 \text{ Toise.}$$

Zuletzt bringen noch die Unsicherheiten der beobachteten Azimute einen schon oben Seite 337 entwickelten w. F. = dU hervor. Mit Berücksichtigung desselben haben wir den endlichen Werth der w. F. des Abstandes der Parallelen:

$$F = (dU^2 + d'U^2 + d''U^2)^{\frac{1}{2}};$$

	für H — J.	für H — D.	für D — J.
dU =	0,2870 Toise	0,0700 Toise	0,2460 Toise
d'U =	1,1032 —	0,4676 —	0,7901 —
d''U =	0,1195 —	0,0663 —	0,0994 —
F =	1,1462 —	0,4780 —	0,8335 —

Dafs der Abstand H — D genauer ist als der D — J rührt vorzüglich von der Lage der Grundlinie in der Mitte des ersten Bogen her, dann auch von dem geringeren Abstände der Meridiane. Der Fehler der Hülfsstriangulirung in Hochland kann = 0 gesetzt werden.

---

## ANHANG.

---

### BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE IRDISCHE STRAHLENBRECHUNG IN BEZUG AUF DEREN TÄGLICHEN UND JÄHRLICHEN WECHSEL.

Ich habe schon Seite 171 eine Reihe von Beobachtungen erwähnt, welche von mir im Jahre 1818 begonnen ward und deren Zweck es war der jährlichen und täglichen Veränderung der irdischen Strahlenbrechung nachzuspüren. Da diese Reihe außer dem eigentlichen Gebiete unserer Arbeit lag; so verwies ich ihre nähere Darstellung in diesen Anhang.

Die Beobachtungen wurden mit einem 16zolligen Wiederholungskreise von Baumann an stehender Säule gemacht, demselben Instrumente mit welchem ich die in Vol. I. der Obs. Dorp. Seite 90 und Vol. II. Seite XX. dargestellten Polhöhenbestimmungen gemacht hatte. Die mit Repetition angewandten Instrumente fast ohne Ausnahme geben zu kleine Zenithdistanzen. Setzen wir deren Correction =  $a \cdot \sin z$ , so ist für unser Instrument mit Rücksicht auf die mittleren beobachteten Zenithdistanzen der Sonne und des Polarsterns

$$\varphi = 58^\circ 22' 44'',1 + a \cdot \sin 44^\circ,9 = 58^\circ 22' 49'',4 - a \sin 33^\circ,2;$$

woraus sich  $\varphi = 58^\circ 22' 47'',0$ , der wahren Polhöhe des Meridiankreises sehr nahe, und  $a = + 4'',2$  ergibt. Ich habe daher alle Zenithdistanzen des irdischen Objects die mit diesem Kreise beobachtet sind um  $4'',2$  vermehrt. Gewöhnlich ist von mir ein achtfacher Winkel gemessen, mitunter ein vierfacher und zwölffacher.

In einer Entfernung von 10320 Toisen vom Orte des Baumannschen Kreises, der in einem nördlichen Fenster des östlichen Hauptsales der Sternwarte aufgestellt ist, liegt der mittlere Schornstein des Wohnhauses auf dem Gute Tabbifer. Die weisse Vorderfläche desselben gibt, da er einen dunklen Tannenwald zum Hintergrunde hat, zu allen Jahreszeiten einen geeigneten Zielpunct ab. Die Dorpater Sternwarte liegt

auf einer Anhöhe, ebenso Tabbifer. Die Gesichtslinie geht daher zwischen beiden Orten in einer Höhe von 60 bis 110 Fufs über dem Boden fort, und die gegenseitige Lage der beiden Orte ist in einer so flachen Gegend, wie die Umgebung Dorpats, eine günstige für den vorliegenden Zweck.

Den Höhenunterschied zwischen der Mitte des Schornsteins in Tabbifer und der Schwelle der Sternwarte bestimmte ich 1829 durch die Seite 170 erwähnten mit vollkommenen Hilfsmitteln beobachteten reciproken Zenitsdistanzen, die einzeln folgendes gaben:

Tabbifer Schornstein Mitte über Dorpat Sternwarte Schwelle.

Differenz vom Mittel	
8,336 Toisen	+ 0,139 Toisen
8,326 —	+ 0,129 —
8,336 —	+ 0,139 —
8,506 —	+ 0,309 —
8,576 —	+ 0,379 —
7,976 —	— 0,221 —
8,126 —	— 0,071 —
7,766 —	— 0,431 —
8,076 —	— 0,121 —
7,946 —	— 0,251 —

Mittel 8,197 Toisen mit dem w. F. 0,092 Toise.

Da die horizontale Achse des Baumannschen Kreises 0,925 Toisen höher ist als die Schwelle: so folgt + 7,272 Toisen für die Höhe der Mitte des Schornsteins über dem Kreise.

Mit dem Seite 167 gegebenen Krümmungshalbmesser, der auch hier gültig ist da die Azimute von Kersel und Tabbifer nur wenig Grade verschieden sind, findet sich für die Entfernung 10320 Toisen der Winkel der Verticalen =  $10' 50'',4$ . Dem Höhenunterschiede 7,272 Toisen entspricht aber ein Winkel von  $2' 25'',4$ . Ohne Strahlenbrechung wäre daher die Zenithdistanz des Schornsteins  $90^\circ + 5' 25'',2 - 2' 25'',4 = 90^\circ 2' 59'',8$ . Wenn eine Zenithdistanz =  $z$  beobachtet ist, so ist die partielle Refraction in Dorpat  $\rho = 90^\circ 2' 59'',8 - z$ .

Einige der nachfolgenden Beobachtungen nemlich 219, 224 bis 229, 240 und 241 sind bedeutend nach Sonnenuntergang gemacht. Dies war dadurch möglich dafs neben dem Wohnhause auf Tabbifer ein Gebäude lag, welches keinen dunklen Hintergrund hatte, sondern sich gegen den Himmel projecirte. In unsern hellen Som-

mernächten sieht man dies Gebäude im Fernrohre bis nahe um Mitternacht ziemlich scharf gegen den glänzenden Nordhimmel. Der Unterschied der Zenithdistanz des Forstes desselben und des Schornsteins auf dem Wohnhause, war mir durch wiederholte Messung bekannt, und betrug nur wenige Secunden, so daß ich die Zenithdistanz des Schornsteins aus der des Forstes immer ableiten konnte, und in die Beobachtungsreihe eintrug.

In den den Zustand des Luftkreises anzeigenden Anmerkungen zu den nachfolgenden Zenithdistanzen bedeutet ☉ daß die Beobachtung bei Sonnenschein gemacht ist.

Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1818.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. p	g : C.	Zustand des Luftkreises.
		U	o ' "		o			
1	25. Sept.	0 30	90 2 28,8	340,7	+ 6,0	31,0	0,0477	1 bis 8. ☉.
2		4 40	2 5,3	340,8	+ 6,0	54,5	0,0839	
3		5 25	1 41,7	340,8	+ 5,4	78,1	0,1200	
4		21 40	2 24,4	341,9	+ 6,2	35,4	0,0544	9 bis 15. ☉. Außerordentliche Strahlenbrechung kurz nach Sonnenaufgang.
5	26. —	0 7	2 29,8	342,1	+ 8,2	30,0	0,0461	Es hatte gefroren und gereift in der Nacht, und allmählig erhob sich Nebel.
6		4 35	2 10,9	341,7	+ 7,4	48,9	0,0752	Die Schornsteine sind oft verzerrt, bald Säulen bald zusammengedrückt. Nachher verschwindet das Object wegen Undurchsichtigkeit der Luft und wird erst gegen Mittag wieder gesehen, wo die gewöhnliche Zenithdistanz eingetreten ist.
7		5 30	1 42,6	341,8	+ 6,2	77,2	0,1187	
8		5 50	1 22,5	341,8	+ 5,6	97,3	0,1497	
9		18 25	89 57 1,7	341,7	+ 0,7	358,1	0,5506	
10		18 27	56 47,8	341,7	+ 0,7	372,0	0,5719	
11		18 35	56 52,9	341,7	+ 0,7	366,9	0,5643	
12		18 40	57 15,0	341,7	+ 0,9	344,8	0,5301	
13		18 43	56 50,2	341,7	+ 0,9	369,6	0,5683	
14		19 35	56 56,4	341,7	+ 1,3	363,4	0,5588	
15		19 39	56 39,7	341,7	+ 1,3	380,1	0,5845	
16	27. —	0 20	90 2 27,6	341,2	+ 7,6	32,2	0,0494	16 bis 22. ☉.
17		5 15	1 51,7	340,3	+ 6,2	68,1	0,1047	
18		20 55	1 56,2	340,7	+ 5,0	63,6	0,0978	
19		21 40	2 11,4	340,7	+ 8,0	48,4	0,0744	23 bis 30. ☉. Außerordentliche Refraction gleich nach Sonnenaufgang. Bei 23 war Nebel im Thale, die Gesichtslinie war frei. Bei 24 stieg der Nebel schon in die Höhe.
20	28. —	0 29	2 26,0	340,7	+ 8,5	33,8	0,0520	
21		5 4	2 3,2	340,1	+ 7,0	56,6	0,0870	
22		5 36	2 2,7	340,1	+ 6,0	57,1	0,0879	
23		18 20	89 59 34,2	339,3	+ 0,9	205,6	0,3161	
24		18 25	59 18,4		+ 0,6	221,4	0,3404	
25		18 30	58 45,7		+ 0,5	254,1	0,3907	
26		18 37	58 38,2		+ 0,8	261,6	0,4022	27. Der Nebel wird immer stärker.
27		18 43	58 38,4		+ 1,2	261,4	0,4019	
28		19 7	57 49,0	339,3	+ 1,4	310,8	0,4779	30. Der Nebel so stark, daß das Object fast verschwindet.
29		19 18	57 49,7		+ 1,3	310,1	0,4769	
30		19 41	58 23,7		+ 2,0	276,1	0,4245	
31	29. —	3 39	90 2 20,3	338,3	+ 9,1	39,5	0,0608	31 und 32. ☉.

## Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1818.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. p	p: C.	Zustand des Luftkreises.
32	1. Octob.	U 5 0	90 1 48,8	336,8	+ 8,4	71,0	0,1091	33. ☉. Den Tag über war starker Sonnenschein. Der Wind, der alle Tage vorher S gewesen, war jetzt N. Die Luft jetzt sehr klar.
33	2. —	4 28	2 14,2	335,3	+ 7,0	45,6	0,0701	34. Bald nach Sonnenuntergang.
34		5 59	1 26,3	335,3	+ 5,0	93,5	0,1438	35. Bedeckte Luft, Object gut.
35	3. —	0 25	2 20,0	338,8	+ 5,3	39,8	0,0612	36. ☉.
36	4. —	0 55	2 25,9	336,3	+ 8,0	33,9	0,0521	37. Bedeckter Himmel und undurchsichtige Luft, aber kein Morgenebel.
37		19 0	1 54,9	334,6	+ 4,0	64,9	0,0999	38. Feuchte Luft, ☉ nach Regen.
38	6. —	4 45	2 10,0	331,6	+ 9,4	49,8	0,0766	39. 40. ☉, feuchtes klares Wetter.
39	7. —	23 10	2 21,7	332,1	+ 10,0	38,1	0,0585	41. Es hat sich bezogen.
40		23 25	2 22,7	332,1	+ 10,5	37,1	0,0571	42. Wolkig, zwischen durch Sonne, heftiger Westwind.
41	8. —	5 10	2 3,0	332,1	+ 9,2	56,8	0,0874	43 bis 45. Bedeckter Himmel, warme ruhige Luft.
42	9. —	23 25	2 26,5	332,7	+ 10,8	32,3	0,0496	47. 48. Nafsdunstige Luft. Streifwolken und ☉.
43	13. —	21 37	2 23,3	338,0	+ 9,5	36,5	0,0561	49. 50. ☉, ruhige klare Luft.
44		22 45	2 19,0		+ 12,5	40,8	0,0627	51. ☉, leichter Nebel erhebt sich und nimmt in 52 zu.
45		23 10	2 17,9		+ 12,5	41,9	0,0644	53. 54. Bei heftigem Weststurme, mitunter Sonnenblicke, der Gegenstand sehr schön sichtbar.
46	14. —	20 30	2 25,9	341,3	+ 7,4	33,9	0,0522	55 bis 57. Vorher stürmisches Regenwetter, jetzt mitunter Sonne, aber fortwährend Sturm, bei 57 ganz klarer Himmel.
47		23 30	2 20,9	342,0	+ 9,0	38,9	0,0598	58. ☉, heftigster N.W — Sturm.
48		23 50	2 26,2		+ 9,3	33,6	0,0516	59. Bewölkt.
49	15. —	4 5	2 10,8	343,7	+ 8,4	49,0	0,0754	60. Bewölkt, es schneet gleich nachher. Immer Sturm.
50		4 19	2 3,7		+ 8,0	56,1	0,0863	61. 62. ☉. Schönes Wetter, noch heftiger Wind.
51		4 35	1 49,2		+ 7,1	70,6	0,1085	
52		4 50	1 37,3		+ 6,4	82,5	0,1268	
53	24. —	23 55	2 15,6	337,6	+ 7,0	44,2	0,0680	
54	25. —	0 10	2 15,4		+ 7,0	44,4	0,0683	
55	26. —	2 45	2 14,2	334,6	+ 8,0	45,6	0,0701	
56		3 30	2 9,0		+ 7,3	50,8	0,0781	
57		4 10	1 58,4		+ 6,8	61,4	0,0944	
58	29. —	22 10	2 9,0	330,9	+ 3,0	50,8	0,0781	
59		22 30	2 10,0		+ 3,4	49,8	0,0766	
60		23 42	2 6,4		+ 3,3	53,4	0,0821	
61	30. —	22 25	2 6,9	332,2	+ 2,4	52,9	0,0813	
62		23 45	2 14,9		+ 2,8	44,9	0,0691	
63	5. Nov.	23 27	2 20,9	337,2	+ 8,0	38,9	0,0598	

## Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1818.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. g	g : C.	Zustand des Luftkreises.
64	6. Nov.	U 0 22	90 2 9,4		+ 8,3	50,4	0,0775	67. 68. ☉, aber Tabbifer
65		0 40	2 10,2		+ 8,3	49,6	0,0763	lag im Nebel und war
66		3 25	1 48,3	337,2	+ 7,3	71,5	0,1098	schwer zu beobachten.
67	7. —	0 10	2 25,7	338,1	+ 6,4	54,1	0,0524	75. ☉.
68		0 20	2 19,7		+ 6,4	40,1	0,0617	
69		23 50	2 11,6	335,2	+ 1,0	48,2	0,0741	76. ☉, etwas dunstig.
70	9. —	22 0	2 9,6	336,9	— 4,5	50,2	0,0772	77. 78. ☉.
71		22 20	2 10,8		— 4,4	49,0	0,0754	
72	10. —	19 40	89 59 55,4	340,1	— 7,2	184,4	0,2836	79. ☉. Kurz nach dem
73		19 50	90 0 8,2		— 7,2	171,6	0,2637	sichtbaren Sonnenaufgang; die Erde gefroren und mit etwas Schnee bedeckt.
74	11. —	0 0	2 9,5	339,8	— 2,2	50,3	0,0773	
75		23 52	2 14,2	337,6	+ 3,0	45,6	0,0701	80 bis 83. ☉.
76	15. —	23 45	2 17,9	336,2	— 0,2	41,9	0,0643	84. Nach Regen und Thau-
77	16. —	21 45	1 50,0	333,2	— 3,6	69,8	0,1073	wetter hat es sich aufgeklärt,
78		23 40	2 15,7	332,9	— 1,6	44,1	0,0679	bezieht sich aber gleich wieder.
79	26. —	20 30	1 57,2	341,6	— 7,8	62,6	0,0962	85. Trübe nasse Herbstluft.
80		22 15	2 3,0		— 7,7	56,8	0,0874	
81		23 25	2 13,7	341,9	— 6,5	46,1	0,0708	86. ☉, leichter Nebel, die Erde ganz gefroren.
82	27. —	1 25	2 13,0	342,1	— 5,4	46,8	0,0720	
83		2 40	2 5,7		— 6,3	54,1	0,0832	87 bis 89. Nasses Wetter.
84	2. Dec.	23 20	2 11,1	335,2	+ 2,3	48,7	0,0749	Wolkiger Himmel. Auf der Erde wenig schmelzen- der Schnee.
85	4. —	23 45	2 9,6	338,0	+ 0,4	50,2	0,0772	90 bis 92. Kurz vor, um und
86	7. —	0 10	2 9,1	338,8	— 4,2	50,7	0,0779	nach dem sichtbaren Auf- gang der Sonne bei klarem Himmel und kahler Erde.
87	22. —	1 15	2 9,2	334,5	+ 1,3	50,6	0,0778	
88		1 25	2 10,6		+ 1,3	49,2	0,0757	
89		2 15	2 6,8		+ 1,2	55,0	0,0815	93. 94. ☉, leichter Dunst,
90		20 38	0 21,5	339,9	— 2,0	158,3	0,2434	kahle Erde.
91		20 58	0 17,9		— 2,0	161,9	0,2489	
92		21 13	0 24,1		— 2,0	155,7	0,2393	95. Trübe feuchte durch-
93		23 23	2 1,0	340,4	— 1,4	58,8	0,0905	sichtige Luft. Die Erde
94		23 45	2 5,3		— 1,4	54,5	0,0839	kahl.
95	24. —	23 45	2 6,0	337,7	+ 1,4	53,8	0,0827	96. Vor Sonnenaufgang bei kahler Erde.
96	28. —	20 34	89 59 30,2	337,0	— 7,8	209,6	0,3222	97. Bedeckte durchsichti-
97	31. —	0,15	90 2 9,2	334,5	— 2,2	50,6	0,0778	ge Luft. Eine dicke Schnee- decke auf der Erde.

## ANHANG. IRDISCHE STRAHLENBRECHUNG.

## Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1819.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. f	ρ: C.	Zustand des Luftkreises.
98	14. Jan.	U 15	90 2 3,8	334,9	+ 1,7	56,0	0,0861	98. Nach und im heftigen Thauwetter. Die Luft bedeckt und sehr durchsichtig. Der Schnee ist verschwunden.
99	28. —	20 50	1 44,2	331,8	— 3,5	75,6	0,1162	99. Von jetzt an bis zu 147 am 13. April die Erde beständig mit Schnee bedeckt.
100		21 20	1 38,2		— 3,2	81,6	0,1255	
101		22 0	1 51,1		— 3,2	68,7	0,1056	
102		23 15	1 58,0		— 1,8	61,8	0,0950	
103	29. —	3 30	1 46,0	332,4	— 1,8	73,8	0,1134	99 bis 101. ☉.
104		3 45	1 40,2		— 1,8	79,6	0,1224	
105		4 10	1 28,2		— 1,8	91,6	0,1408	
106		23 33	1 57,7	334,9	— 6,2	62,1	0,0955	
107	30. —	3 20	1 3,4	336,0	— 7,6	116,4	0,1789	102. Bedeckte Luft, heftiger Westwind.
108	5. März	0 45	1 59,6	333,2	— 2,7	60,2	0,0926	103. ☉.
109		1 10	1 59,6		— 2,6	60,2	0,0926	104. Kurz vor Sonnenunterg.
110	8. —	0 55	2 8,4	331,2	+ 1,6	51,4	0,0790	105. Nach Sonnenuntergang schwierig.
111	9. —	19 20	1 0,1	327,9	— 7,7	119,7	0,1840	106 bis 110. ☉.
112		21 40	2 3,4		— 5,0	56,4	0,0867	
113	10. —	1 7	2 10,6	327,6	— 5,6	49,2	0,0757	111. Nach klarem Sonnenaufgang, bedeckte Luft und ruhige Bilder.
114		3 12	1 55,0		— 5,6	64,8	0,0997	112. Bald ☉, bald bewölkt.
115		5 40	0 50,7		— 7,0	129,1	0,1985	
116	12. —	18 7	89 59 59,3	331,1	— 15,2	180,5	0,2774	113. 114. ☉.
117		19 7	90 1 6,6		— 13,0	113,2	0,1740	115. Heller Himmel, nach Sonnenuntergang.
118	13. —	1 15	2 5,9	331,3	— 6,6	53,9	0,0829	116. Gleich nachher geht die Sonne hell auf. Bald darauf fängt das Object an zu sinken.
119	14. —	1 17	2 4,5		— 4,0	55,3	0,0851	117. Die Sonne hinter lichten Wolken.
120		23 15	2 4,5	327,2	+ 3,6	55,3	0,0851	
121	19. —	0 0	2 12,4	332,2	0,0	47,4	0,0729	118. Streifwolken und Weststurm. Object sehr scharf.
122		0 20	2 10,0		0,0	49,8	0,0766	119. ☉.
123		0 30	2 8,7		0,0	51,1	0,0786	
124		1 30	2 12,7		0,0	47,1	0,0725	120. Thauwetter der Gegenstand neblig. Dennoch die Zenithdistanz wie gestern Mittag.
125		18 35	0 56,8	332,5	— 4,5	123,0	0,1891	
126	20. —	0 15	2 7,4	332,2	+ 1,4	52,4	0,0805	121 bis 124. ☉.
127	28. —	2 10	2 14,3	331,4	+ 1,3	45,5	0,0700	125 bis 130. ☉, gutes Object.
128		2 25	2 13,0		+ 1,2	46,8	0,0719	
129		4 5	2 6,0		+ 1,2	53,8	0,0827	131. Ganz bedeckte Luft.
130		4 45	2 3,9		+ 1,0	55,9	0,0859	
131		23 55	2 16,5	332,2	+ 1,5	43,3	0,0666	132. ☉, unruhig.
132	4. April	23 23	2 6,1	331,2	— 0,5	53,7	0,0826	





## ANHANG. IRDISCHE STRAHLENBRECHUNG.

## Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1819.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. f	g:C.	Zustand des Luftkreises.
168	4. Mai	U 6 45	90 2 2,8		+ 9,0	57,0	0,0877	171. ☉, schon Wallung.
169		7 30	1 24,1			95,7	0,1472	
170		18 45	2 7,7	336,2	+ 7,0	52,1	0,0801	173. Bedeckte Luft. Sehr
171		20 10	2 21,2		+ 8,0	38,6	0,0594	scharfes Object.
172	6. —	4 15	2 28,9	336,8	+ 12,0	30,9	0,0475	174. Wallung, keine Schärfe.
173	8. —	2 45	2 29,6	335,4	+ 11,0	30,2	0,0464	176. ☉; gut zu beobachten.
174	18. —	23 10	2 23,8	339,4	+ 9,5	36,0	0,0553	177. Dunst bei Sturm.
175	19. —	21 15	2 26,5	339,1	+ 12,0	33,3	0,0512	Object scharf.
176	22. —	23 5	2 38,4	333,9	+ 16,4	21,4	0,0330	178. Ebenso, aber Object
177	23. —	4 45	2 25,3	333,2	+ 16,3	34,5	0,0531	schwach.
178		7 30	1 59,4		+ 14,0	60,4	0,0929	179. ☉. Wallung. Hef-
179	24. —	2 0	2 35,6	334,7	+ 12,0	24,2	0,0373	tiger Westwind.
180		3 40	2 36,0		+ 12,0	23,8	0,0367	180. 181. ☉. Wind und
181		6 0	2 25,0	334,8	+ 11,7	34,8	0,0535	Wallung lassen nach.
182	27. —	2 45	2 28,9	331,8	+ 10,0	30,9	0,0475	182. ☉ und Wolken.
183	28. —	3 20	2 34,0	331,6	+ 13,2	25,8	0,0397	Scharfes Object.
184	30. —	23 45	2 26,1		+ 13,2	33,7	0,0518	183. ☉ und Küttisrauch.
185	31. —	0 7	2 24,7	334,8	+ 13,2	35,1	0,0539	Object ruhig.
186	1. Junius	23 45	2 25,5	330,5	+ 10,2	34,3	0,0528	184. 185. Bedeckte Luft
187	2. —	6 40	2 17,4	332,1	+ 8,0	42,4	0,0651	nach gestrigem Gewitter,
188	3. —	7 30	2 8,2	336,2	+ 10,2	51,6	0,0794	Object scharf.
189		8 20	1 50,6		+ 9,4	69,2	0,1064	186. Bedeckt mit Regen-
190		20 25	2 28,1	337,7	+ 12,3	31,7	0,0487	wolken. Object sehr scharf.
191		22 23	2 27,1		+ 13,2	32,7	0,0502	187. Bedeckt nach Regen,
192	5. —	0 30	2 25,8	338,1	+ 15,0	34,0	0,0523	Object sehr scharf.
193	7. —	22 40	2 32,8		+ 18,8	27,0	0,0416	188. 189. ☉ nach einem
194	8. —	6 25	2 20,9	335,2	+ 18,5	38,9	0,0598	trüben stürmischen Tage,
195		23 25	2 31,4	335,9	+ 19,4	28,4	0,0437	Object sehr scharf.
196	10. —	0 10	2 27,7	337,1	+ 20,1	32,1	0,0493	190. Bedeckte ruhige Luft.
197		5 10	2 25,0	336,5	+ 19,0	34,8	0,0535	191. ☉. Etwas Wallung,
								Object gut.
								192. ☉. Dunst, daher
								schwierig.
								193. 194. ☉. Dunst. Object
								ruhig.
								195 bis 197. ☉. Object gut.

## Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1819.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. °	ρ:C.	Zustand des Luftkreises.
198	11. Junius	U 0 10	90° 2 34,4	336,5	+ 20,5	25,4	0,0391	198. 199. ☉. Object ziemlich gut.
199	12. —	2 22	2 32,1	334,3	+ 21,2	27,7	0,0427	202. ☉. Sehr schönes Object.
200	13. —	19 15	2 20,6	334,8	+ 19,4	39,2	0,0603	203. ☉. Wind.
201		23 45	2 26,1		+ 20,0	33,7	0,0518	204. Nach 24std. heftigen Regengüssen ausnehmend klar
202	14. —	6 40	2 11,8		+ 20,6	48,0	0,0738	205 bis 207. Größte Schärfe bei einzelnen Sonnenblicken durch die Wolken.
203	16. —	4 20	2 28,4	335,5	+ 19,2	31,4	0,0482	208. 209. Nach einem unmittelbar vorhergehenden Regengüsse zwischen Dorpat und Tabbifer offenbar gestiegen.
204	19. —	18 25	2 26,2	329,5	+ 12,0	33,6	0,0516	210. Klare Luft, seit 2 Stunden Sonnenblicke, das Object nicht mehr so scharf.
205		18 45	2 24,9		+ 11,4	34,9	0,0536	211. 212. Sehr gut bei trübem Himmel und schwachem Regen.
206		20 50	2 36,7		+ 13,0	23,1	0,0356	213. Bedeckt. N.O.—Wind. Object schwierig zu sehen.
207		21 4	2 31,2		+ 12,6	28,6	0,0440	214. Ziemlich klares Wetter ohne Regenwolken. Das Object wallt.
208	20. —	2 30	2 16,3	331,6	+ 11,0	43,5	0,0669	215. Ganz bedeckte Luft. Object sehr schön.
209		2 42	2 18,9		+ 11,4	40,9	0,0629	219. Nach Sonnenuntergang. Heller Abendhimmel.
210		4 10	2 33,3		+ 13,2	36,5	0,0561	221. ☉.
211		18 5	2 9,7		+ 9,0	50,1	0,0771	222 bis 224. ☉ mit Schäfchen (Wolken.)
212		20 10	2 26,1		+ 11,3	33,7	0,0518	224 bis 227. Nach Sonnenuntergang gegen den hellen Abendhimmel.
213	21. —	3 0	2 20,5	330,7	+ 11,5	39,3	0,0604	228. Das Object ist schon etwas gefallen.
214	22. —	2 45	2 32,5	329,4	+ 14,0	27,3	0,0421	229. In der Morgendämmerung. Nebel in der Tiefe, aber die Gesichtslinie geht drüber weg.
215		4 30	2 22,5		+ 13,4	37,3	0,0574	230. 231. ☉ mit Streifwolken. Scharfer Westwind.
216		6 12	2 17,9	329,2	+ 13,3	41,9	0,0644	232. ☉. Scharf und ruhig.
217		8 10	1 51,7		+ 11,3	68,1	0,1048	233. ☉. Object gut, die Nacht vorher Gewitter und heftiger Regen,
218		8 15	1 48,4		+ 11,3	71,4	0,1096	234. Die Luft ausnehmend klar. Gleich nachher Regen.
219		9 45	1 19,0	329,4	+ 9,4	100,8	0,1549	
220		19 0	2 24,4	329,3	+ 13,5	35,4	0,0544	
221	26. —	4 25	2 32,8		+ 15,3	27,0	0,0416	
222		6 22	2 25,1		+ 15,4	34,7	0,0534	
223		6 45	2 15,9		+ 15,4	43,9	0,0675	
224		9 10	1 23,8		+ 11,4	96,0	0,1476	
225		9 17	1 19,7		+ 11,4	100,1	0,1539	
226		9 58	1 0,2		+ 10,7	119,6	0,1839	
227		10 30	0 35,0		+ 10,5	144,8	0,2226	
228		11 15						
229		13 50	0 14,9		+ 9,5	164,9	0,2536	
230		20 45	2 33,6		+ 15,6	26,2	0,0403	
231	27. —	0 0	2 33,6		+ 18,8	26,2	0,0403	
232		4 30	2 29,3	334,5	+ 18,8	30,5	0,0468	
233		19 20	2 26,4	334,6	+ 17,8	33,4	0,0513	
234		20 30	2 20,5		+ 19,0	39,3	0,0604	
235		21 2	2 13,8		+ 18,2	46,0	0,0707	
236		21 30						

## Zenithdistanzen von Tabbifer Schornstein.

	1819.	Wahre Son- nenzeit	Zenithdist.	Barom. Pariser Lin.	Thermo- meter Réaum.	Strah- lenbr. f	$\rho$ :C.	Zustand des Luftkreises.
237	27. Junius	U 21 50	90 2 30,4		+ 20,5	29,4	0,0452	235. Gleich nach dem Re- gen.
238	28. —	3 0	2 30,6		+ 22,8	29,2	0,0449	236. Das Object schon wie- der gefallen.
239		5 15	2 27,7		+ 21,6	32,1	0,0493	237. ☉. Einige Wolken.
240		7 5	1 34,4		+ 19,0	85,4	0,1313	Object gut.
241		9 10	0 5,1	334,0	+ 17,5	174,7	0,2685	238. Streifige Luft. Obj. gut.
242		17 35	2 10,0		+ 15,5	49,8	0,0766	239. ☉. Sehr gut.
243		18 55	2 27,3		+ 19,0	32,5	0,0500	240. ☉.
244		23 5	2 32,3	333,4	+ 21,7	27,5	0,0423	241. Nach Sonnenunterg.
245	1. Julius	2 47	2 24,6	331,4	+ 13,5	35,2	0,0541	242 bis 244. ☉. Object gut.
246		6 20	2 22,9	331,0	+ 14,2	36,9	0,0568	245. Während eines Land- regens in einem trocknen
247		8 35	2 11,5		+ 13,2	48,3	0,0743	Augenblicke.
248		8 45	2 14,7		+ 13,2	45,1	0,0693	
Die Beobachtungen werden unterbrochen weil der Kreis für die Beobachtungen des Cometen gebraucht wird und zu dem Ende dickere Fäden erhält. Nachdem der Comet verschwunden war gingen die Beobachtungen der irdischen Strahlenbrechung wieder fort.								
249	8. Sept.	2 10	2 30,9	337,0	+ 16,2	28,9	0,0444	246. Es hat sich etwas auf- geheitert.
250		17 30	1 23,8		+ 10,0	96,0	0,1476	247. 248. Bedeckte Regen- luft. Object scharf, nach- her regnet es.
251		18 30	1 52,2		+ 11,3	67,6	0,1040	
252		18 45	2 4,9	338,0	+ 11,3	54,9	0,0845	249. Streifig, nachher Ge- witter.
253	9. —	1 35	2 31,5	337,7	+ 17,0	28,3	0,0436	250. Gleich nach Sonnen- aufgang. Streifwolken.
254	10. —	1 40	2 23,8	338,2	+ 16,0	36,0	0,0553	253. Wolken und Nebel.
255		1 50	2 22,7		+ 16,0	37,1	0,0571	254. 255. ☉ mit Wolken. Object sehr scharf.
256	15. —	0 0	2 31,8	334,2	+ 12,0	28,0	0,0431	256. ☉. Sehr klar, bei starkem Westwinde.
257	19. —	17 40	89 58 49,2		+ 1,0	250,6	0,3853	257. Kurz vor Sonnenauf- gang, heller Himmel.
258		17 45	58 47,4		+ 0,5	252,4	0,3880	258. Beim Sonnenaufgang. 260 bis 262. ☉. Sehr schar- fes Object.
259	5. Oct.	23 0	90 2 20,5			39,3	0,0604	
260	8. Dec.	0 20	1 45,0	348,0	— 15,0	74,8	0,1150	
261	9. —	0 40	2 0,3	346,3	— 11,0	59,5	0,0915	
262	10. —	0 0	1 57,3	343,4	— 10,4	62,5	0,0961	

Die Beobachtungen umfassen einen Zeitraum von 15 Monaten. Es befinden sich aber bedeutende Lücken darin: so daß gar keine Beobachtungen in den Februar und in den Julius und August fallen.

Schon der erste Anblick läßt die früher erwähnte tägliche Periode der Strahlenbrechung erkennen, nach welcher die niedrigste scheinbare Stellung des Objects im-

mer nahezu um Mittag stattfindet, in den Wintertagen nur in der kurzen Zeit von etwa  $\mp$  einer Stunde beständig, während in den langen Sommertagen die Zenithdistanz mehrere Stunden um Mittag fast ganz unverändert bleibt. Aber auch eine jährliche Periode der Refraction thut sich gleich kund, wenn wir nur die mittägigen Minima fortwährend vergleichen, und z. B. Brechungen, wie  $\rho = 26,2 = 0,0403C$  am 27. Juni und  $\rho = 54,5 = 0,0839C$  am 22. December beachten. Um diese jährliche Veränderung etwas näher kennen zu lernen, habe ich monatweise die mittägigen oder ihnen hinreichend naheliegenden Beobachtungen zusammengestellt, und so folgende Werthe im Mittel erhalten.

Monat.	Mittlere Zenithdistanz um Mittag.	Barom. Par. Lin.	Therm. Réaumur.	Refraction um Mittag $\rho$ .	Zahl der Beobachtung.
Januar	90° 2' 0,2"	333,8	- 2,1	59,6 = 0,0917C	3
Februar					
März	2 6,5	331,8	- 1,6	53,3 = 0,0820C	8
April	2 17,7	334,8	+ 2,4	42,1 = 0,0647C	9
Mai	2 30,3	335,1	+ 12,2	29,5 = 0,0454C	8
Juni	2 29,9	333,9	+ 17,0	29,9 = 0,0460C	15
Juli					
August					
September	2 28,8	339,0	+ 11,4	31,0 = 0,0476C	8
October	2 18,9	335,1	+ 7,5	41,0 = 0,0630C	8
November	2 15,6	337,3	+ 1,8	44,3 = 0,0688C	9
December	2 3,7	340,2	- 4,5	56,1 = 0,0863C	9

Vergleicht man die einzelnen mittägigen Zenithdistanzen mit den monatlichen Mitteln, so ergibt sich die Summe der Quadrate der Unterschiede 1985,4 und folglich das mittlere Quadrat  $1985,4 : 68 = 29,20$ ; woraus für eine jede mittägige Zenithdistanz der mittlere Fehler 5,40 (der wahrscheinliche 3,65) folgt, von der Unregelmäßigkeit der Refraction und der Unvollkommenheit der Beobachtung herrührend. In der Entfernung von 10320 Toisen entspricht dem Winkel von 5,40 der Linearwerth von 0,270 Toisen = 1,62 Fufs.

Die Strahlenbrechnng mufs vom Barometer- und Thermometerstande abhängig sein. Es bietet sich daher zuerst die Ansicht dar, dafs der Unterschied in den verschiedenen Monaten vorzüglich durch den Wechsel der Temperatur bedingt wird. Ich berechnete demnach aus obigen  $\rho$  diejenigen Refractionen  $\rho'$ , die dem Barometerstande 332,7 Par. Lin. und der Temperatur + 7°,4 R entsprechen würden, durch

$$\log \rho' = \log \rho - A. \beta - \lambda \gamma = \log \rho - 1,11. \beta - 1,750 \gamma \text{ für } z = 90^\circ 2/3.$$

A und  $\lambda$  sind hier die von Bessel in der Refractionstafel der Fundamenta gegebenen Factoren,  $\beta$  und  $\gamma$  die vom Barometer und Thermometer abhängigen Größen, die

aus der Refractionstafel, Seite 208, entlehnt werden können. Hiernach erhält man folgende:

mittägige irdische Strahlenbrechung

für 332,7 Par. Lin. und  $+ 7^{\circ},4$  R.

Monat.	$\varrho' =$
Januar	$54,9 = 0,0845C$
März	$49,7 = 0,0746C$
April	$40,1 = 0,0617C$
Mai	$30,4 = 0,0467C$
Juni	$32,1 = 0,0494C$
September	$31,3 = 0,0482C$
October	$40,7 = 0,0626C$
November	$41,7 = 0,0641C$
December	$49,6 = 0,0763C$

Vom Mai an bis zum Ende des Septembers scheint die mittägige Refraction sehr constant und nahezu  $0,0481C$  zu sein, ein Werth der identisch ist mit dem Seite 169 für 4. August 23,2 Uhr und 5. Aug. 22,1 Uhr gefundenen,  $\varrho = 0,0483C$  und  $\varrho = 0,0481C$ . Vom October an aber steigt die mittägige Refraction, erreicht ihr Maximum im Januar und fällt wieder bis zum Mai. Offenbar sind es zwei Ursachen, welche die Vermehrung der Strahlenbrechung bewirken. Die erste ist die Annäherung der Sonne zum Horizonte, die zweite die Bedeckung der Erdoberfläche mit Schnee in den Wintermonaten.

Die Einwirkung der ersten Ursache wird klar, wenn wir die tägliche Veränderung der Strahlenbrechung näher betrachten. Die allgemeinen Erscheinungen derselben lassen sich folgender Mafsen ausdrücken. Um Mittag ist die Strahlenbrechung ein kleinstes, das Object zeigt sich am niedrigsten; nach einiger Zeit, kürzerer im Winter, längerer im Sommer (im Sommersolstitium erst nach gut 4 Stunden), fängt die Refraction an zuzunehmen und wächst ohne Ausnahme bis zum Sonnenuntergange. Dasselbe Phänomen ereignet sich wenn wir uns vom Mittage in entgegengesetzter Richtung entfernen; je früher desto gröfser ist die Refraction. Hier steigt sie bei Sonnenaufgang oft ins ungeheure. Belege hierfür geben vorzüglich die Beobachtungen vom 22., 26., 28. Junius, für die hohe Sommerzeit, so wie jeder Tag, wo sich häufigere Beobachtungen finden. Am 26. Junius ist die Mittagsbrechung  $27,0 = 0,0416C$  noch um 4 Uhr 25' unverändert vorhanden; um 6 Uhr 45' ist sie schon  $43,9 = 0,0675C$ , um mehr als die Hälfte gestiegen; gleich nach Sonnenuntergang um 9 Uhr 10' finden wir sie auf  $96,0 = 0,1475C$  gewachsen, und noch in der Dämmerung der Nacht fortsteigend, so dafs sie um 13 Uhr 50' sogar  $164,9 = 0,2536C$  beträgt, mehr als



das sechsfache der mittägigen. Um 20 Uhr 45' ist schon wieder das Minimum  $26,2 = 0,0403C$  eingetreten, und so um 24 Uhr 0' unverändert vorhanden. Ganz ähnliche Veränderungen haben wir im September, am 25., 26. u. s. w., und für den Winter sehr vollständig am 28. und 29. Januar.

Über den Gang der Strahlenbrechung bei Nacht giebt unsere Beobachtungsreihe keinen Aufschluss, mit Ausnahme des hohen Sommers, wo fortwährende Beobachtungen in der Dämmerung möglich sind. Diese zeigen, daß die starken Refractionen bei Sonnenuntergang in den 6 Stunden der Juniusnacht Bestand haben.

Außerordentliche Refractionen zeigen sich vorzüglich nach Sonnenaufgang. Der merkwürdigste Fall ist am 26. September 1818, wo eine Refraction zwischen  $0,5C$  und  $0,6C$  sich bei Sonnenaufgang zeigte und bis 19 Uhr 39' beobachtet ward, als das Object im Nebel verschwand. Schon am 28. September 1818 fand wieder ein ähnliches Ereigniß statt, indess erreichte  $\rho$  hier nur den Werth  $0,48C$ ; ferner am 10. November, am 22. und 28. December, und wieder am 19. September 1819. Die Ursache dieser außerordentlich starken Refractionen ist leicht anzugeben. Gleich nach Sonnenaufgang findet durch die plötzliche Einwirkung der Sonnenstrahlen eine starke Verdunstung an der Erdoberfläche statt, deren unmittelbare Wirkung eine bedeutende Erniedrigung der Temperatur daselbst und hierdurch eine starke Verdichtung der untersten Schichten der Atmosphäre ist. Wie bedeutend der Unterschied der Temperaturen ist, bemerkt jeder, der an einem Sommermorgen bei Sonnenaufgang vom Thale auf eine Anhöhe steigt. Er glaubt in ein wärmeres Clima zu gelangen. Daß sich diese enormen Refractionen jeder genauen Berechnung entziehen müssen, übersieht man gleich.

Dagegen scheint ein inniger Zusammenhang zwischen dem täglichen und jährlichen Gange der Strahlenbrechung zu sein, wenn wir die Beobachtungen gleich nach dem Sonnenaufgang ausschließen, und zwar der, daß unter allen Umständen nahezu dieselbe irdische Strahlenbrechung bei derselben Sonnenhöhe stattfindet. Dies belegt sich durch folgendes. Unsere Decemberbeobachtungen geben uns für die mittägige mittlere Strahlenbrechung  $\rho' = 49,6 = 0,0763C$  bei einer Sonnenhöhe von  $8^\circ$  bis  $9^\circ$ . Folgende Tafel zeigt nun von 15 zu 15 Tagen, bei welchen Stundenwinkeln die Sonne im Laufe des Jahres dieselbe Höhe von  $8^\circ 9'$  hat wie im Wintersolstitio.

Stundenwinkel für die Sonnenhöhe 8° 9'.

Datum.	Stunden- winkel.	Unterschied.	Höhenände- rung in 1' Zeit = ζ.	Datum.
	U			
22. December	0 0'	61'	0,0	22. December
7. Januar	1 1	52	1,9	6. —
21. —	1 53	47	3,5	22. November
5. Februar	2 40	49	4,9	7. —
19. —	3 29	47	6,2	24. October
6. März	4 16	41	7,1	9. —
21. —	4 57	39	7,7	23. September
5. April	5 36	37	7,9	8. —
21. —	6 13	30	7,9	23. August
5. Mai	6 43	26	7,5	9. —
21. —	7 9	18	7,0	24. Julius
5. Junius	7 27	10	6,8	9. —
21. —	7 37		6,6	21. Junius

Sucht man jetzt in dem Verzeichniß der Beobachtungen diejenigen Zenithdistanzen auf, die dem jedesmaligen Stundenwinkel für die Höhe 8° 9' am nächsten liegen: so wird man eine so nahe Übereinstimmung derselben finden, daß an der Gültigkeit unseres Satzes nicht zu zweifeln ist, zumal wenn man die Beobachtungen wegläßt, wo die Erde mit Schnee bedeckt ist, aus Gründen, die nachher folgen. Am besten zeigt sich dies, wenn man die beobachteten Zenithdistanzen zusammen stellt, so wie die den Stundenwinkeln zugehörigen Sonnenhöhen, die man am leichtesten näherungsweise aus der Höhe 8° 9', dem dieser zugehörigen Stundenwinkel und dem obigen ζ erhält. Es finden sich für die Sonnenhöhe zwischen 7° und 10° folgende 14 Beobachtungen:

	1818 und 1819	Wahre Son- nen- zeit.	Wahre Höhe der Sonne.	Zenithdi- stanz.	Diff. vom Mit- tel.	Zustand des Luftkreises.
2	25. Sept.	4 40	9,7	90 2 5,3	-3,5	⊙
6	26. —	4 35	9,9	2 10,9	+2,1	⊙
33	2. Octbr.	4 28	8,8	2 14,2	+5,4	⊙
49	15. —	4 5	9,1	2 10,8	+2,0	⊙
56	26. —	3 50	7,6	2 9,0	+0,2	Vorher stürmisches Regenwetter, jetzt mitunter Sonne. Fortwährend Sturm.
84	2. Decbr.	23 20	9,3	2 11,1	+2,3	Nach Regen und Thauwetter hat sich aufgeklärt, bezieht sich aber wieder gleich.
85	4. —	23 45	9,3	2 9,6	+0,8	Feuchte nasse Herbstluft.
86	7. —	0 10	9,0	2 9,1	+0,3	Leichter Nebel.
94	22. —	23 45	8,1	2 5,3	-3,5	⊙ Leichter Nebel.
95	24. —	23 45	8,1	2 6,0	-2,8	Bedeckte feuchte durchsichtige Luft.
155	24. April	6 25	7,5	2 12,6	+3,8	⊙
160	27. —	6 25	8,3	2 8,9	+0,1	⊙
168	4. Mai	6 45	7,7	2 2,8	-6,0	⊙
188	3. Juni	7 30	7,5	2 8,2	-0,6	⊙
Mittel 90 2				8,8		



Ich enthalte mich jeder weitem Rechnung über diese Data, da die wahren Zeiten der Beobachtung leicht um einige Minuten fehlerhaft sein können, und also die Sonnenhöhen nicht hinreichend zu verbürgen sind. Aber so viel ist gewiss, daß man die Abweichungen vom Mittel, welche die letzte Columnne zeigt, bei einem solchen Instrumente und den oft nicht günstigen Umständen der Beobachtung fast ganz für zufällig halten dürfte.

Es ergibt sich mit großer Gewissheit, daß, so wie die Erde mit Schnee bedeckt ist, alsdann die Refraction unter sonst gleichen Umständen, also bei gleichen Höhen der Sonne, größer ist. Dies erklärt warum die mittägigen Refractionen im Januar oben größer als im December erscheinen, und noch im März fast eben so groß sind; auch im April noch so groß wie im October, da dem Sonnenstande nach der April dem August entspricht. Beständiger Schnee trat erst nach der Mitte des Januars 1819 ein, und blieb bis zum 13. April ohne Unterbrechung liegen. Man sieht leicht ein, daß wenn die Refractionen um Mittag kleinste sind, dies daher rühren muß, daß die Erwärmung des Erdboden eine Ausdehnung der unteren Luftschichten, also eine Verminderung der Abnahme der Dichtigkeit, erzeugt. So wie die Erdoberfläche mit Schnee bedeckt ist, wird der Weiße des Schnees wegen die Erwärmung der unteren Luftschichten eine weit geringere, und nothwendigerweise muß die Strahlenbrechung größer sein.

Bis hieher habe ich nachgewiesen, daß abgesehen von dem durch unsere meteorologischen Instrumente angezeigten Zustand der Luft, vorzüglich die Höhe der Sonne über dem Horizonte, und dann die Bedeckung der Erdoberfläche durch Schnee die Ursachen sind, welche die Refractionsveränderungen bedingen. Jetzt bleibt noch zu erörtern, welchen Einfluß der allgemeine Zustand des Luftkreises, das so genannte Wetter, auf die Größe der Strahlenbrechung äußert.

Wenn von der Höhe der Sonne über dem Horizont die Größe der Refraction abhängig ist: so steht zu erwarten, daß, so wie die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche durch eine Wolkendecke unterbrochen ist, diese Abhängigkeit entweder aufhört, oder doch in weit geringerem Grade stattfindet. Hiergegen spricht aber die Erfahrung. Schon die obigen Zenithdistanzen bei 7° bis 9° Höhe der Sonne zeigen große Übereinstimmung trotz des verschiede-

nen Zustandes des Luftkreises. Ferner sind die mittägigen Zenithdistanzen fast ganz unabhängig vom Sonnenschein. Wir haben z. B.:

3. October	90° 2' 20,0	bei bedeckter Luft
4. —	25,9	— ☉
7. —	22,7	— ☉
9. —	26,5	— Wolken.
13. —	17,9	— bedeckter Luft.
14. —	23,5	— nasser, dunstiger Luft, Streifwolken.

Stelle ich alle Mittagszenithdistanzen, vom 13. April, wo der Schnee verschwunden war, bis Ende Juni in zwei Columnen zusammen, so findet sich:

bei Sonnenschein	bei bedeckter Luft
17. April 90° 2' 21,8	8. Mai 90° 2' 29,6
23. — 30,5	18. — 23,8
28. — 21,0	31. — 25,4
22. Mai 38,0	1. Jun. 25,5
23. — 35,6	20. — 31,2
27. — 28,9	21. — 23,3
28. — 34,0	22. — 32,5
3. — 27,1	28. — 30,6
5. — 25,8	1. Jul. 24,6
7. — 32,8	
9. — 31,4	
10. — 27,7	
11. — 34,4	
12. — 32,1	
27. — 33,6	
29. — 32,3	
Mittel 90 2 30,5	Mittel 90 2 27,4
Refraction 29,3 = 0,0451C	32,5 = 0,0498C.

Hieraus geht mit ziemlicher Gewissheit hervor, dafs die mittägige Refraction bei hellem Sonnenschein etwas kleiner ist als bei bedecktem Himmel. Der Unterschied beträgt hier im Mittel  $3,2 = 0,0047C$ , und entspricht für die Entfernung von Tabbifer dem Linearunterschiede von 0,96 Fuß in der Höhe.

Entschieden ist es, daß plötzliche Gewitterregen, zumal wenn sie mit Hagel verbunden sind, durch die unmittelbare Erkaltung der Erdoberfläche eine Zunahme der Refraction erzeugen, welche aber bald verschwindet, wenn die erste Einwirkung vorbei ist und ein beständiger Zustand sich wieder erzeugt hat. Ein auffallendes Beispiel geben die Beobachtungen 207 bis 210 am 19. und 20. Junius und 235 am 27. Junius. Überhaupt wechselt die Refraction vorzüglich beim Übergange des Wetters, während sie, wenn das Wetter erst fest steht, von demselben ziemlich unabhängig ist.

---

Ich fühle sehr, daß unvollkommene dieser über die irdische Strahlenbrechung enthaltenen Resultate, hoffe indessen, daß sie einiges nicht unwichtige und neue enthalten, namentlich den Zusammenhang der Strahlenbrechung mit der Höhe der Sonne über dem Horizonte. Welche Function die Refraction von der Sonnenhöhe sei, aus den obigen Beobachtungen abzuleiten, dazu sind dieselben nicht vollzählig genug. Auf jeden Fall würde es dafür weit vortheilhafter sein, wenn man Beobachtungsreihen hätte, welche die Zenithdistanzen des Objects bei bestimmten Sonnenhöhen zu verschiedenen Jahreszeiten gäben. Eine solche Beobachtungsreihe ist jetzt hier begonnen. Ich habe in Tabbifer ein eignes Signal erbauen lassen, welches durch eine weiße Zielscheibe auf schwarzem Grunde eine vollkommnere Visirung als der früher gebrauchte Schornstein gewährt. An dieses Signal ist eine mit einem Hohlspiegel versehene Argandsche Lampe angebracht, genau in gleicher Höhe mit der Mitte der Visirscheibe; so daß jetzt die Beobachtungen auch durch die Nacht fortgesetzt werden können. Die Zenithdistanzen werden mit dem 18zolligen Münchner Verticalkreise gemessen, der in der Beobachtung den höchsten Grad der Sicherheit gewährt, seitdem er eine neue Wasserwage, an der Peripherie des Limbuskreises angebracht, erhalten hat. Der früheren Beobachtungsreihe verdanke ich wenigstens Fingerzeige für die neue. Indefs wird auch diese zum Theil nur örtliches lehren. Wenn die Gesichtslinie zwischen hier und Tabbifer gegen 100 Fuß über dem Erdreiche dahinstreicht; so fragt es sich, wie die gefundenen Gesetze der Veränderung der Refraction sich umgestalten bei anderen Entfernungen der Gesichtslinie von der Erde. Sehr wahrscheinlich wird in großen Höhen die tägliche Periode weit unerheblicher. Dann fragt es sich, da wir schon gesehen haben daß die Bedeckung der Erde mit Schnee die Brechungen verändert, wie sich diese Veränderungen gestalten, wenn der Lichtstrahl über einer Sandfläche, endlich über einer Wasserfläche geht.

Um alle diese Fragen zu beantworten müßten ähnliche Beobachtungsreihen wie die hiesige auf andern Sternwarten angestellt werden, deren Lage sich dazu eignet. Wenn ich nicht irre, so liegt der Inselsberg im Meridiane des Seeberges so genau, daß er im Felde des Meridianinstrumentes gesehen wird; von der Münchner Sternwarte ist das Hochgebirge Tirols zu erblicken, von Palermo die Spitze des Aetna, von dort und von Neapels Sternwarte wird der Meereshorizont sichtbar sein. Möge es doch den so verdienstvollen Astronomen dieser und anderer Anstalten wichtig genug erscheinen, einen Theil ihrer Aufmerksamkeit für eine längere Zeit der irdischen Strahlenbrechung zuzuwenden.

---